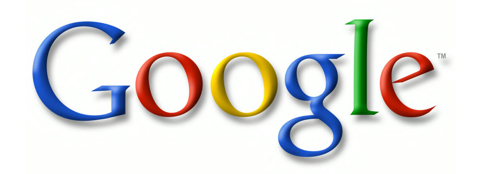


othek des Eisenbahnwesens. III.

Handbuch

des

egraphendienstes

HARTLEBEN'S VERLAG



Bibliothek des Eisenbahn

In zwanglosen Bänden. Jeder Band einzel

Wer gegenwärtig im sechzigsten Lebensjahre
erste Locomotiv-Eisenbahn der Welt, und kann sagen,
wenigstens eine Zeit lang als Zeitgenosse mit ihm g
jährigen Wachsthum ist freilich längst vorüber, war
Jahren durch die Natur begrenzt. Das Eisenbahnwesen hatte dageg
keine zeitliche Grenze im Wachsthume, blieb nicht stille stehen, son
und wuchs und entwickelte sich auf eigene Faust in einer Weise, w
von keiner Seite geahnt wurde.

Heute beherrscht die Eisenbahn das gesammte moderne
eingreifend in die wirthschaftlichen Verhältnisse des Staates, der Ha
Verkehrswelt, der Familie und des Einzelnen. Ein Segenspender für a
hat die Eisenbahn den Unterschied zwischen hoch und niedrig, vo
gering, reich und arm, ausgeglichen; wer sich der Eisenbahn be
in demselben Zuge gleich weit, gleich schnell, ob er nun ein
oder dem Arbeiterstande angehört; das aufgegebene Gut wird
gefahre … af
kraft, c … ke
… eh
verände … hr
ein eige … t
erkannt … de
gewöhn … at
wärtig … i
comme … üh
…
ständni … s
wenn n … eil
… lic
der K … e
können … ivi
der Di … d;
findet … n
in Ber … üb
kennen verwandeln und mit eigenen Augen sehen will, wie die Din
sind, um den grossen Verkehrsfactor auch zu verstehen, wenn es si
eigensten Interessen handelt.

Wir sehen uns demnach veranlasst, diesem wahrhaft grossen
Natur der Sache begründeten Bedürfnisse Rechnung zu tragen, und
entschlossen, dem Eisenbahnwesen und der Publicistik auf diesem G
eigene Stätte zu gründen. Wir beabsichtigen in der »Bibliothek d
bahnwesens« dem Fachmanne, sowie allen, die an dem Leben u
der Eisenbahnen ein Interesse haben, die Mittel zu bieten, Rath und
zu holen, sobald und wo sie gebraucht werden.

Die verschiedensten Gebiete des Eisenbahnwesens, seien es ö
oder politische Fragen, oder Probleme der Wissenschaft und Tech
aus der Feder berufener Fachmänner Erläuterung finden, welche für
der mit dem Eisenbahnwesen in Verbindung steht, Nützliches wie
bringen soll. Die Ausgabe der

Bibliothek des Eisenbahnwesens

wird in zwanglosen, selbständigen Bänden übereinst
folgen. Möge das Unternehmen jene Aufnahme finden, die

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest

HANDBUCH

des

Telegraphendienstes der Eisenbahnen.

BIBLIOTHEK

des

EISENBAHNWESENS.

DRITTER BAND.

Handbuch des Telegraphendienstes der Eisenbahnen.



WIEN. PEST. LEIPZIG.

A. HARTLEBEN'S VERLAG.

HANDBUCH

des

TELEGRAPHENDIENSTES

der

EISENBAHNEN.

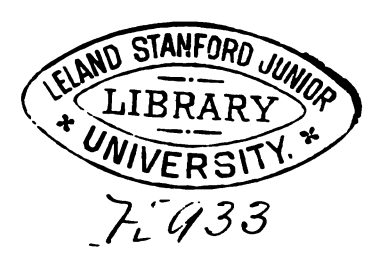
Von

A. PRASCH,
Ingenieur.

Mit 117 Abbildungen.



WIEN. PEST. LEIPZIG.
A. HARTLEBEN'S VERLAG.
1884.



Druck von Friedrich Jasper in Wien.

Vorwort.

Die eigenartige Organisation des Eisenbahndienstes erfordert es dass die grosse Mehrzahl der Bediensteten derselben mit der Ausübung des praktischen Telegraphendienstes vertraut sein muss. Die einfache Kenntniss des Telegraphirens, dass heisst die Fähigkeit, Depeschen nehmen und geben zu können, befähigt jedoch noch nicht zur Ausübung dieses Dienstes, da der am Apparate Manipulirende auf sich selbst angewiesen ist und bei Störungen des Telegraphenbetriebes sich selbst zu helfen und zu rathen wissen soll.

Das Erkennen und Beheben von Fehlern bedingt jedoch nicht allein eine genaue Kenntniss der einzelnen, für die Telegraphie verwendeten Apparate, sondern setzt auch jenes elementare Wissen der Grundgesetze des Magnetismus und der Elektricitätslehre voraus, ohne welches ein genaues Verständniss der Telegraphen-Einrichtungen, deren inneren Zusammenhanges und gegenseitiger Abhängigkeit nicht möglich ist.

Mit welchen Schwierigkeiten die Erwerbung dieser Grundkenntnisse für den Anfänger jedoch verbunden ist, davon wird sich Mancher, dem Mangel an theoretischen Vorkenntnissen sicher nicht zum Vorwurf gemacht werden kann, Rechenschaft geben können. Die volle Schwierigkeit kann jedoch nur Derjenige ermessen, welcher durch Abnahme der für diesen Dienstzweig vorgeschriebenen Fachprüfungen häufige Gelegenheit hat, das vergebliche Ringen der Lernenden nach Verständniss zu ersehen.

Diese Erkenntniss gab die Anregung zu vorliegendem Versuche, die Schwierigkeit der Erlernung und des Verständnisses dieser Disciplinen durch übersichtliche Anordnung des gegebenen Stoffes, eingehende Erklärung der Ursachen und

Wirkungen unter fortwährender Beziehung auf die einschlägigen Grundgesetze und Vorführung einer grossen Anzahl erklärender Illustrationen zu erleichtern und gleichzeitig durch Vermeidung allzu eingehender Detail-Beschreibungen zu freiem Denken und selbstständigem Erfassen Anregung zu geben.

Das Hinweglassen der Namen aller Jener, welche durch ihre Erfindungen und Entdeckungen den Telegraphen auf die hohe Stufe der heutigen Entwickelung brachten, wird auffallend erscheinen, doch liegt dies in der Erfahrung begründet, dass eine grosse Anzahl der Lernenden sich zumeist die Namen aufs Innigste einprägen und leicht dazu verleitet werden, die Kenntniss der Namen mit der Kenntniss der Thatsachen zu verwechseln.

Auf Vollständigkeit kann dieses Werkchen, bei dem gewaltigen Materiale, welches vorliegt, allerdings keinen Anspruch machen. Es würde dies auch den gesteckten Rahmen, als Lehr- und Nachschlagebuch zu dienen, überschreiten. Es müssen demnach Diejenigen, welche sich weiter ausbilden wollen, auf die einschlägige Fachliteratur, insbesondere aber auf Band IV, V, IX, XII, XVI und XXIV der Elektrotechnischen Bibliothek verwiesen werden.

Auch musste Manches weggelassen werden, was in ähnlichen Lehrbüchern bereits Eingang gefunden hat. So konnte des Potentialbegriffes keine Erwähnung geschehen und auch auf eine genaue Definition der elektrischen Masseinheiten nicht eingegangen werden, weil durch Aufnahme dieser Begriffe das Verständniss nur erschwert worden wäre und auch ohne deren Vorführung das Auslangen gefunden werden kann.

Vorliegendes Werkchen soll eben nichts anderes sein, als ein Lehr- und Nachschlagebuch für alle Diejenigen, welche sich dem Eisenbahndienste widmen, und erstrebt nichts weiteres, als denselben in Ergänzung der bestehenden Instructionen ein Hilfsmittel zur gründlichen Erlernung des Telegraphendienstes an die Hand zu geben.

Möge es diesen Zweck auch wirklich erfüllen.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniss.

Sachregister.

I.

Die Grundgesetze der magnetischen und elektrischen Erscheinungen.

A. Magnetismus.

§ 1. Magnetismus, natürliche und künstliche Magnete.

Körper, welche die Fähigkeit besitzen, Eisen anzuziehen und festzuhalten, nennt man Magnete.

Der Magneteisenstein, ein aus gleichen Aequivalenten Eisenoxydul und Eisenoxyd zusammengesetztes Eisenerz, besitzt in sehr seltenen Fällen von Natur aus diese Eigenschaft. Solche Stücke dieses Erzes nennt man natürliche Magnete.

Nichtmagnetischer Magneteisenstein und eben so gut auch Stahl können jedoch durch verschiedene Methoden bleibend magnetisch gemacht werden, und werden die so erzeugten Magnete als künstliche Magnete bezeichnet.

Die aus Stahl erzeugten künstlichen Magnete gewähren den Vortheil, dass man sie in beliebiger Gestalt und Grösse herstellen kann. Aus diesem Grunde werden für praktische Zwecke nur Stahlmagnete verwendet.

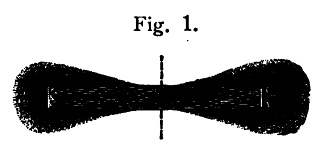
§ 2. Vertheilung des Magnetismus, magnetische Pole.

Nicht alle Theile eines Magnetes ziehen das Eisen mit gleicher Kraft an, sondern es finden sich an jedem Magnete zwei Stellen, an welchen die Anziehungskraft am grössten ist.

Zwischen diesen beiden Stellen befindet sich eine andere Stelle, welche fast gar keine Anziehungskraft auf das Eisen ausübt.

Taucht man einen Magnetstab in Eisenfeilspäne, so sieht man nach dem Herausnehmen, dass die grösste Masse der Feilspäne an den beiden Enden hängt, die Zahl derselben gegen die Mitte zu stetig abnimmt und dass dieselben in der Mitte gänzlich abfallen. (Fig. 1.)

Fig. 1.

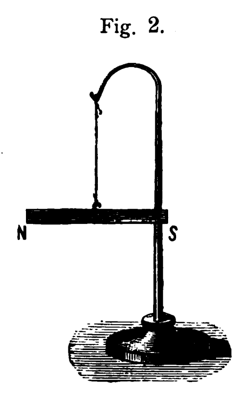


Die beiden Enden des Magnetstabes, welche das Eisen am stärksten anziehen, heisst man magnetische Pole, die rings um den Magnetstab laufende Linie, längs welcher derselbe gar keine magnetische Wirkung zeigt, die Mittellinie oder indifferente Zone.

§ 3. Nord- und Südpol, Anziehung und Abstossung derselben.

Hängt man einen Magnetstab in der Mitte an einem Faden auf (Fig. 2) oder unterstützt denselben so, dass er sich frei in der horizontalen Ebene drehen kann, so zeigt er die Eigenthümlichkeit, dass er stets die Lage von Norden nach Süden einnimmt und in diese Lage, mag er gedreht werden wie man will, immer wieder zurückkehrt. Hiebei zeigt es sich, dass sich immer ein und derselbe Pol nach Norden, der andere nach Süden richtet. Den nach Norden zeigenden Pol des Magnetstabes nennt man den Nordpol, den nach Süden zeigenden den Südpol.

Fig. 2.



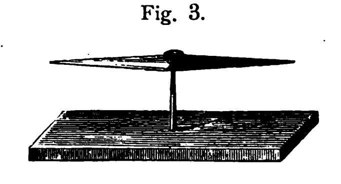
Nähert man dem Nordpole eines so aufgehängten oder unterstützten Magnetstabes den Nordpol eines anderen Magnetes, so wird der Magnetstab abgestossen, umgekehrt bei Annäherung des Südpoles angezogen. Das Gleiche erfolgt, wenn man dem Südpole des beweglichen Magnetes den Südpol eines anderen Magnetes nähert, er wird abgestossen; nähert man ihm dagegen den Nordpol, so wird er angezogen. Es

ergibt sich demnach folgende Regel: Gleichartige Pole stossen sich ab, ungleichartige Pole ziehen sich an.

§ 4. Magnetnadeln.

Wiewohl zu diesen Versuchen jeder stabförmige Magnet gebraucht werden kann, so wählt man wegen der grösseren Empfindlichkeit zumeist kräftig magnetisirte Stahlnadeln von langgestreckter rhomboidischer Form, welche in der Mitte mit einem Stahl- oder Achathütchen versehen sind, mittelst welchem sie auf eine Stahlnadel aufgesetzt werden. (Fig. 3.)

Fig. 3.



Derartige frei drehbare Magnetstäbe nennt man Magnetnadeln. Dieselben finden zur Bestimmung der Himmelrichtung als sogenannte Compasse, sowie, wie später erörtert werden soll, auch für die praktische Telegraphie häufige Anwendung.

§ 5. Magnetische Influenz.

Nähert man einem Stäbchen aus weichem Eisen den Pol eines Magnetes (Fig. 4), so wird dasselbe sofort ein Magnet, was man daraus ersieht, dass es Eisenfeilspäne, welche in seine Nähe gebracht werden, anzieht und festhält. Unmittelbar

Fig. 4.

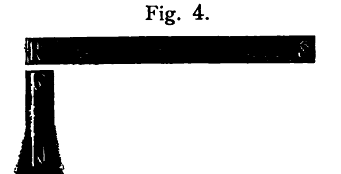
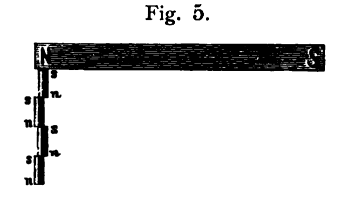


Fig. 5.



mit der Entfernung des Magnetes verliert das Eisenstäbchen seinen Magnetismus wieder und die Feilspäne fallen ab.

Das dem Pole des Magnetes zugekehrte Ende des Eisenstabes erhält hierbei die entgegengesetzte, das entfernte Ende die gleiche Polarität wie der Pol, welchem es genähert wird. Ist der Pol, welchem es genähert wird, ein Nordpol, so entsteht in dem näheren Ende des Eisenstäbchens ein Süd-, in dem entfernteren Ende ein Nordpol.

Diese Erscheinung wird magnetische Influenz oder Induction, auch Magnetisirung durch Vertheilung genannt.

Ein durch Influenz entstandener Magnet wirkt auf ein weiches Eisenstück ebenfalls wieder magnetisirend, und erklärt sich hieraus, dass an einen starken Magnet eine ganze Reihe weicher Eisenstücke, eines an das andere, angehängt werden können. (Fig. 5.)

§ 6. Coërcitivkraft, permanente Magnete.

Ein gehärteter Stahlstab wird durch Berührung mit dem Pole eines Magnetes nicht wie das weiche Eisen sofort magnetisch, sondern er nimmt den Magnetismus erst dann an, wenn er längere Zeit mit dem Magnetpole in Berührung bleibt, oder noch besser, wenn er mit demselben bestrichen wird. Ein so gehärteter Stahlstab verliert jedoch seinen Magnetismus nur sehr langsam und bleibt auch, wenn der magnetisirende Pol entfernt wird, magnetisch.

Ein Magnet, welcher bleibend magnetisch ist, wird ein constanter oder permanenter Magnet genannt, während man jene Magnete, welche ihren Magnetismus nur so lange festhalten, als sie unter dem magnetisirenden Einflusse stehen, als temporäre Magnete bezeichnet.

Den von einem gehärteten Stahl einer Aenderung seines jeweiligen magnetischen oder nichtmagnetischen Zustandes entgegengesetzten Widerstand nennt man dessen Coërcitivkraft. Je härter der Stahl, desto grösser ist dessen Coërcitivkraft, das heisst, desto grösseren Widerstand setzt er der Magnetisirung entgegen, hält aber den einmal angenommenen Magnetismus um so fester zurück. Will man daher sehr haltbare Magnete erzeugen, so muss man sehr harten Stahl verwenden.

§ 7. Erdmagnetismus.

Die Ursache, dass jeder stabförmige Magnet stets die Richtung von Norden nach Süden einzunehmen strebt, liegt darin, dass die Erde selbst als ein Magnet zu betrachten ist, dessen nördlicher Theil auf beide Pole des Magnetes wie ein Südpol, und dessen südlicher Theil wie ein Nordpol wirkt.

Diese richtend wirkende Kraft des Erdkörpers wird Erdmagnetismus genannt.

Ein Beweis dafür, dass die Erde ein Magnet ist, liegt darin, dass ein in der genauen Richtung von Norden nach Süden aufgehängter Eisenstab durch die Influenz, wenn auch nur unbedeutend, magnetisch wird.

§ 8. Erzeugung künstlicher Magnete.

Durch die Erscheinung der magnetischen Influenz (§ 5) ist ein Mittel gegeben, auf künstliche Weise Magnete zu erzeugen.

Zur Erregung des Magnetismus in einem Stahlstab wird derselbe mit einem kräftigen Magnete gestrichen, indem man

Fig. 6.

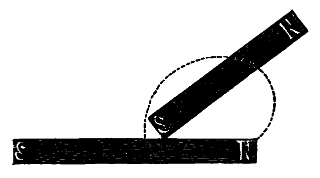
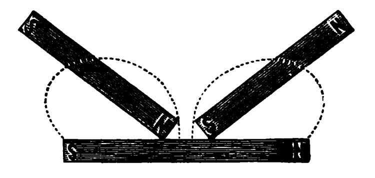
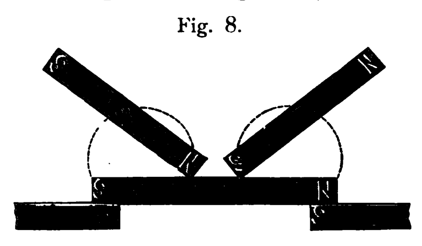


Fig. 7.



den Pol des Magnetes an die Mitte des zu magnetisirenden Stahlstabes ansetzt und denselben, gleichmässig andrückend, langsam bis an das Ende streicht und in einem Bogen (punktirte Linie Fig. 6) zur Mitte zurückkehrt und diese Manipulation 20—25 mal wiederholt. Hierauf streicht man mit dem entgegengesetzten Pole des Magnetes die andere Hälfte des Stabes in ganz gleicher Weise.

Fig. 8.



Viel rascher, als mit dieser Methode des einfachen Striches, gelangt man durch den Doppelstrich an das Ziel. Hierbei wird der zu magnetisirende Stab gleichzeitig mit den entgegengesetzten Polen zweier gleich starker Magnete gestrichen, indem die beiden Magnete unter einem Winkel von circa 25^0 in der Mitte des Stahlstabes angesetzt und langsam

gegen das Ende desselben geführt werden. Hierauf kehrt man in einem Bogen (punktirte Linie Fig. 7) in die Mitte zurück und wiederholt diese Manipulation so lange, bis der Stab hinreichenden Magnetismus angenommen hat. Besser ist es noch, wenn beim Doppelstrich der Stahlstab auf die entgegengesetzten Pole zweier Magnetstäbe aufgelegt wird. (Fig. 8.)

Durch die Einwirkung kräftiger elektrischer Ströme auf Stahlstäbe lassen sich, wie später noch klargelegt werden soll, sehr kräftige Magnete erzeugen.

§ 9. Anziehung und Tragkraft.

Die Stärke des Magnetismus eines Stahlstabes nimmt nur bis zu einer gewissen Grenze zu, über welche hinaus das Streichen mit den kräftigsten Magneten ohne Einfluss bleibt. Man sagt von einem solchen Magnete, er sei mit Magnetismus gesättigt.

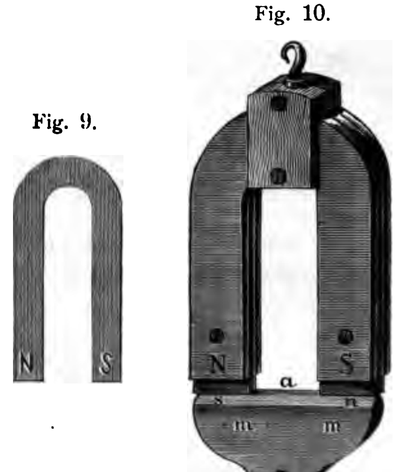


Fig. 9.

Fig. 10.

Die Stärke des Magnetismus eines Magnetes wird durch dessen Tragkraft gemessen. Unter Tragkraft versteht man das Vermögen desselben, Eisen, welches mit den Polenden des Magnetes in directe Berührung gebracht wird, in einer der Schwerkraft entgegengesetzten Richtung festzuhalten. Die Grösse derselben wird direct durch das Gewicht des festgehaltenen Eisens ausgedrückt. Um die Tragkraft eines Magnetes zu erhöhen, wird demselben eine hufeisenförmige Gestalt gegeben (Fig. 9), weil hierbei die anziehende Kraft beider Pole ausgenützt werden kann.

Wohl zu unterscheiden von der Tragkraft eines Magnetes ist dessen Anziehung, unter welcher man dessen Einwirkung auf entfernt gelegene Eisenstücke versteht. Während die Trag-

kraft eines Magnetes eine constante Grösse ist, wechselt die Anziehung mit der grösseren oder geringeren Entfernung des Eisenstückes. Für die Anziehung gilt folgendes Gesetz: Die Stärke der Anziehung ist umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernungen. Dementsprechend wird ein Magnet, welcher beispielsweise auf 1 cm Entfernung noch 1 kg anzuziehen vermag, auf eine Entfernung von 2 cm blos mehr $^1/_4$ kg, auf 3 cm $^1/_9$ kg, auf 4 cm $^1/_{16}$ kg etc. anzuziehen vermögen.

Um kräftigere Magnete zu erhalten, legt man mehrere Magnete mit ihren gleichen Polen an einander und verbindet dieselben durch geeignet scheinende Mittel. Einen derart zusammengesetzten Magnet nennt man ein magnetisches Magazin. (Fig. 10.)

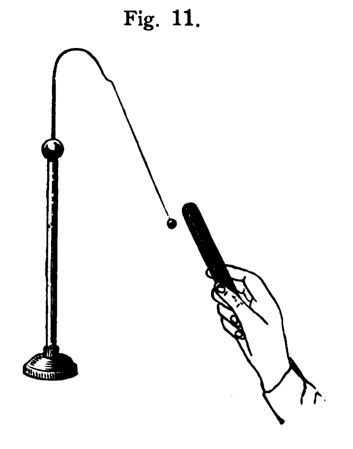
Damit die Anziehungskraft eines Magnetes auf stets gleicher Stärke erhalten bleibe, ist es von Vortheil, an die Pole desselben eine Armatur oder Anker, das ist ein Stück weiches Eisen, anzulegen.

B. Die elektrischen Grunderscheinungen und ihre Gesetze.

§ 10. Der elektrische Zustand.

Feste Körper zeigen im gewöhnlichen Zustande durchaus nicht das Bestreben, leichte Körperchen, als: Papierschnitzel, Goldflitter, Pflanzenmarkkügelchen etc. anzuziehen und hierauf wieder abzustossen. Reibt man aber beispielsweise einen Glasstab, eine Stange Siegellack oder Schwefel mit einem Wollentuch oder Seidenzeug, so erlangen diese Körper hierdurch sofort jene merkwürdige Eigenschaft. Man sagt von einem solchen Körper, er befindet sich im elektrischen Zustande, und bezeichnet die Ursache dieser Erscheinung mit dem Ausdrucke »Elektricität«.

Fig. 11.



Um diese Erscheinung, welche unter gewissen Abänderungen an fast allen festen Körpern hervorgerufen werden kann, zu zeigen, denke man sich (Fig. 11) ein an einen Seidenfaden befestigtes Stück Hollundermark an einem Stative so aufgehängt, dass es als Pendel frei schwingen kann.

Nähert man diesem Pendel eine geriebene Glas- oder Harzstange, so wird dasselbe sofort lebhaft angezogen, nach einer kurzen Berührung mit der Stange aber wieder fortgeschleudert.

§ 11. Uebergang der Elektricität auf andere Körper, gute und schlechte Leiter, Leitungswiderstand.

Die Elektricität zeigt das stete Bestreben, auf die umgebenden Körper überzugehen und sich auf denselben auszubreiten. Diesem Bestreben setzen die verschiedenen Stoffe jedoch ein verschiedenartiges Verhalten entgegen. In den einen Stoff geht die Elektricität sehr leicht über und verbreitet sich sofort über den ganzen Körper. Bei dem andern Stoffe dagegen geht die Elektricität nur an der berührten Stelle über und ist die Verbreitung derselben von hier aus nur eine sehr langsame und schwierige.

Körper, welche dem Uebergange der Elektricität und deren Ausbreitung nur ein ganz geringes Hinderniss entgegensetzen, heisst man gute Leiter, oder auch kurzweg Leiter der Elektricität, während jene Körper, welche dem Uebergange der Elektricität und deren Ausbreitung einen grossen Widerstand bieten, als schlechte Leiter, Nichtleiter oder Isolatoren bezeichnet werden.

Absolute Nichtleiter, das sind solche Körper, welche dem Uebergange und der Weiterverbreitung der Elektricität ein unüberwindliches Hinderniss entgegensetzen, gibt es eben so wenig, wie absolute Leiter, das heisst solche Körper, welche dem Uebergange und der Weiterverbreitung der Elektricität gar keinen Widerstand bieten.

Es setzt im Gegentheile jeder Körper dem Uebergange der Elektricität auf denselben, sowie deren Weiterverbreitung über denselben einen ganz bestimmten Widerstand entgegen, welcher mit dem Ausdrucke Leitungswiderstand bezeichnet wird.

Die Grösse dieses Widerstandes hängt, wie wir später sehen werden, von einer Reihe Factoren, in erster Linie aber von der Beschaffenheit des Materiales selbst ab.

Wenn man von Nichtleitern spricht, so ist man bei dem so grossen Unterschiede in der Leitungsfähigkeit der Körper, von denen die einen die grössten Quantitäten Elektricität fast im Augenblicke, die anderen dagegen in geraumer Zeit kaum messbare Spuren derselben durchlassen, in der Praxis zu dieser Annahme wohl berechtigt.

Mitunter spricht man wohl auch von Halbleitern, d. h. Körpern, welche weder zu den guten noch zu den schlechten Elektricitätsleitern gerechnet werden können.

Als gute Leiter sind zu bezeichnen: Alle Metalle, Kohle, Graphit, Säuren, Salzlösungen.

Als Halbleiter: Trockenes Holz, Horn, Papier, feuchte Luft.

Als Nichtleiter: Glas, Porzellan, Harze, Kautschuk, Guttapercha, Ebonit, Schwefel, fette Oele, Elfenbein, Seide, trockene Luft.

§ 12. Isolirung.

Um einen guten Leiter in einen bleibend elektrischen Zustand versetzen und erhalten zu können, ist es nothwendig, denselben vorher mit möglichst nichtleitenden Stoffen zu umgeben. Einen solchen Körper heisst man isolirt.

Die Isolation ist deshalb nothwendig, weil ein Körper die ihm mitgetheilte oder auf demselben etwa durch Reibung erzeugte Elektricität durch Berührung mit einem guten Leiter sofort wieder an diesen abgibt. Aus diesem Grunde kann eine in der Hand gehaltene Metallstange durch Reiben nicht elektrisch gemacht werden. Steckt man diese Metallstange jedoch auf einen Glasfuss und reibt sie mit dem Reibzeuge, so dass man dieselbe niemals mit der Hand berührt, so wird sie den gleichen elektrischen Zustand zeigen, wie eine geriebene Glasstange.

§ 13. Positive und negative Elektricität.

Wird das Hollundermarkkügelchen (Fig. 11) mit einer Glasstange, welche vorher mit Seidenzeug gerieben wurde, berührt, so wird es anfänglich angezogen, hierauf aber abgestossen. Nähert man die Glasstange dem Kügelchen nach einer

kurzen Weile abermals, so wird es nicht mehr angezogen, sondern bleibt abgestossen. Reibt man hierauf eine Siegellackstange mit Wollenzeug und nähert sie dem von der Glasstange abgestossenen Pendelchen, so wird dieses sofort heftig angezogen, bleibt wieder ein Weilchen an derselben liegen, um dann ebenfalls abgestossen zu werden. Nun wird dieses Pendelchen von der Glasstange wieder angezogen und abermals abgestossen.

Es ergibt sich hieraus, dass zwischen den elektrischen Zuständen der Glas- und Siegellackstange ein Unterschied und ein gewisser Gegensatz besteht, welchen man dadurch charakterisirt, dass man im Allgemeinen die Elektricität der Glasstange als positive (+), die der Harzstange als negative (—) Elektricität bezeichnet.

Durch die ursprüngliche Berührung des Pendelchens mit der Glasstange wurde ein Theil der positiven Elektricität auf dasselbe übertragen, und von dem Augenblicke an verwandelte sich die Anziehung in eine Abstossung. Das nun so positiv geladene Pendelchen wird von der negativen Siegellackstange angezogen, und erst nachdem sich die positive Elektricität des Pendelchens mit der negativen der Siegellackstange ausgeglichen hat, wird ein Theil der negativen Elektricität auf dasselbe übertragen, wodurch wieder die Abstossung erfolgt, dagegen wird es nunmehr wieder von der positiven Glasstange angezogen u. s. f.

Man sieht hieraus, dass Körper, welche mit gleicher Elektricität geladen sind, sich gegenseitig abstossen, dagegen mit ungleicher Elektricität geladene Körper sich anziehen, wodurch man, da die abstossende und anziehende Wirkung nur in den gleichen oder verschiedenen elektrischen Zuständen der Körper gelegen ist, zu dem Fundamentalsatze der Elektricitätslehre gelangt: Gleiche Elektricitäten stossen sich ab, ungleiche Elektricitäten ziehen sich an.

Bei jeder Art und Weise der Elektricitätserzeugung wird jederzeit gleichzeitig positive und negative Elektricität erzeugt. Hiervon kann man sich leicht überzeugen, wenn man das Reibzeug des Glasstabes mit einem gläsernen Handgriffe isolirt und bei dem Reiben der Glasstange darauf achtet, dass das Seidenzeug nicht berührt wird. Nach dem Reiben zeigt das

Reibzeug dem Hollundermarkkügelchen gegenüber ganz genau dasselbe Verhalten, wie die mit Wollentuch geriebene Siegellackstange, deren Elektricität als negative (—) bezeichnet wurde. Wäre das Wollentuch isolirt gewesen, so würde es sich genau so wie die positive Glasstange verhalten.

§ 14. Elektrisirmaschine.

Zur Erzeugung grösserer Quantitäten von Elektricität bedient man sich der Elektrisirmaschine, deren zweckmässigste Form in Fig. 12 dargestellt ist. In das eigenthümlich geformte Bodenbrett derselben sind drei Glassäulen und eine Holzstütze eingesetzt. Durch die Holzstütze hindurch läuft eine Glasachse, an welcher eine Glasscheibe mittelst Holzmuttern befestigt ist. Diese Glasachse lagert an ihrem hinteren Ende in der mitttleren der drei erwähnten Glassäulen und ist vor der Holzstütze mit einer Drehkurbel versehen. An die Glasscheibe pressen sich unten die sogenannten Reibkissen aus Leder, mit verlängertem Flügel aus Wachstaffet, welche den Zweck haben, ein Ausströmen der erzeugten Elektricität zu verhindern.

Fig. 12.



Vor der Scheibe an einem längeren Glasfusse befindet sich der Conductor mit den Saugringen. Der Conductor selbst besteht aus einer hohlen Metallkugel. Die Saugringe, welche aus Holz sind, umgreifen die Glasscheibe und sind an ihrer Innenseite mit einer Reihe von Spitzen versehen, welche den Zweck haben, die freie Elektricität der Glasscheibe aufzusaugen und auf den Conductor überzuführen. Der grosse aufgesetzte Ring ist für das Verständniss des Apparates unwesentlich. Die Reibkissen stehen mit einem zweiten Conductor auf der kleinen Glassäule in Verbindung. Dreht man nun die Kurbel,

so wird durch die Reibung der Glasscheibe an dem Reibzeug erstere positiv, letzteres negativ elektrisch. Will man nun positive Elektricität gewinnen, so muss man die negative Elektricität des Reibzeuges zur Erde ableiten, weil dieselbe sonst in Folge der gegenseitigen Anziehung der ungleichen Elektricitäten die positive Elektricität der Glasscheibe festhalten und deren Abströmen auf den Conductor verhindern würde. Will man umgekehrt die negative Elektricität des Reibzeuges gewinnen, so muss man aus dem gleichen Grunde die positive Elektricität aus dem vorderen hohen Conductor ebenfalls zur Erde ableiten.

§ 15. Elektrischer Ausgleich. Elektrische Influenz.

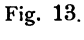
Ladet man zwei isolirte Leiter, den einen mit positiver, den andern mit negativer Elektricität und verbindet dieselben hierauf leitend mit einander, so wird nach der Verbindung die Elektricität entweder ganz oder theilweise verschwunden sein. Die beiden Elektricitäten heben sich in ihren Wirkungen gänzlich auf und es werden die beiden Leiter, wenn solche mit gleich grossen Quantitäten Elektricität geladen waren, nunmehr unelektrisch erscheinen. Waren die Quantitäten ungleich, so wird von der überschüssigen Elektricität genau so viel vernichtet worden sein, als die Quantität der anderen Elektricität betragen hat.

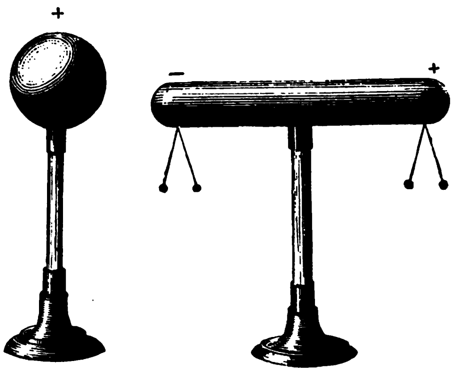
Diese Eigenschaft der ungleichen Elektricitäten, sich zu vereinigen, sich in ihren Wirkungen gegenseitig aufzuheben, nennt man den elektrischen Ausgleich.

Nähert man einem isolirten unelektrischen Leiter (Fig. 13) einen elektrisirten Körper, so wird der isolirte Leiter sofort elektrisch. Es wird sich hierbei an dem, dem elektrisirten Körper zugewendeten Ende die entgegengesetzte, am abgewandten Ende die gleiche Elektricität anhäufen, wie sie der Körper besitzt. Sobald der elektrisirte Körper wieder entfernt wird, tritt in dem isolirten Körper wieder der nichtelektrische Zustand ein.

Um diese Erscheinung, welche mit dem Namen elektrische Vertheilung oder elektrische Influenz bezeichnet wird, erklären zu können, stellt man sich gewöhnlich vor, dass

in jedem Körper beliebig grosse, aber einander stets gleiche Mengen positiver und negativer Elektricität enthalten seien. Der Körper wird sich, da die gleichen Mengen positiver und negativer Elektricität sich gegenseitig in ihren Wirkungen aufheben, normal im nichtelektrischen Zustande befinden. Nähert man jedoch einem solchen Körper einen beispielsweise positiv geladenen Körper, so wird, da gleiche Elektricitäten sich anziehen, ungleiche sich abstossen, der Gleichgewichtszustand aufgehoben. Die positive Elektricität des Körpers wird, wie Figur zeigt, abgestossen und an das entgegengesetzte Ende getrieben, die


Fig. 13.



negative Elektricität angezogen und sich an dem anderen Ende concentriren. Leitet man die positive Elektricität durch Berührung mit dem Finger zur Erde ab, so bleibt der Körper negativ elektrisch geladen.

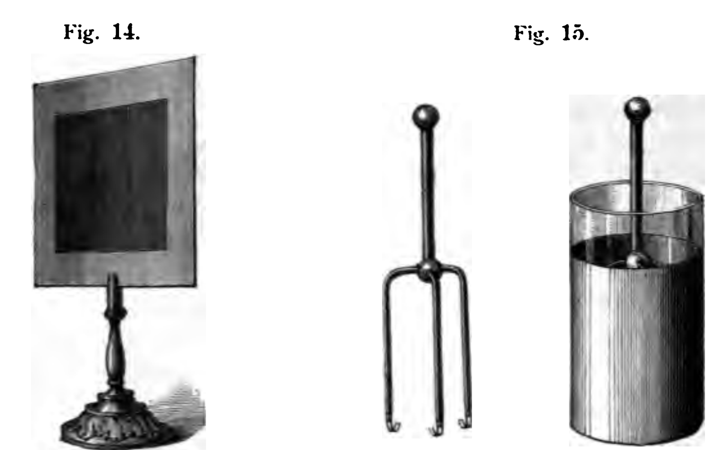
§ 16. Franklin'sche Tafel. Leydnerflasche.

Die Erscheinung der elektrischen Influenz benützt man zur Construction von Ansammlungs-Apparaten für die Elektricität.

Fig. 14 stellt die Franklin'sche Tafel dar. Dieselbe besteht aus einer auf einem Fussgestelle befestigten Glastafel, welche an beiden Seiten, jedoch so, dass die Ränder derselben frei bleiben, mit Zinnfolie (Stanniol) belegt ist. Verbindet man

die eine Belegung mit einer Elektrisirmaschine, so wird sich dieselbe mit positiver Elektricität laden. Durch die Influenz wird in der andern Belegung die positive Elektricität abgestossen, die negative Elektricität angezogen. Leitet man nun die positive Elektricität durch Berührung mit der Hand zur Erde ab, so bleibt diese Belegung negativ geladen. Da die negative Elektricität der einen Belegung von der positiven Elektricität der andern Belegung angezogen und somit deren Wirkung gegenseitig aufgehoben wird, befindet sich der ganze Apparat anscheinend im nichtelektrischen Zustande. Die Glas-

Fig. 14. Fig. 15.



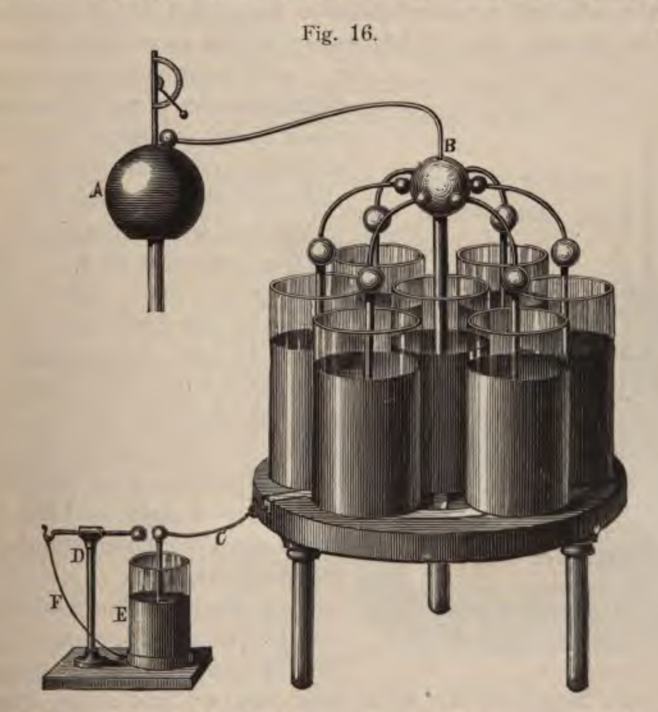
platte verhindert den Ausgleich der Elektricität. Verbindet man jedoch die beiden Belegungen leitend mit einander, so wird ein heftiger Ausgleich stattfinden.

Die Leydnerflasche (Fig. 15) unterscheidet sich von der Franklin'schen Tafel nur in der äusseren Form, indem hier an Stelle der Glastafel ein cylindrisches Glasgefäss, das Innen und Aussen bis auf einige Zoll vom Rande mit Stanniol belegt ist, verwendet wird. Zur inneren Belegung führen ein oder mehrere Drähte mit einem gemeinsamen Metallknopfe. Zur Ladung wird dieser Knopf mit der Elektrisirmaschine, die äussere Belegung mit der Erde leitend verbunden.

Vereinigt man mehrere Leydnerflaschen in der Weise, dass die inneren Belegungen untereinander und die äusseren

Belegungen gemeinsam mit der Erde leitend verbunden werden, so erhält man eine sogenannte Batterie von Leydnerflaschen (Fig. 16). Die Wirkung solcher Batterien, welche man nicht mit den galvanischen Batterien verwechseln darf, ist, da grössere Quantitäten Elektricität angesammelt werden, eine sehr kräftige. Der Ausgleich der Elektricitäten erfolgt

Fig. 16.



bei Näherung der Verbindungen der Belegungen aneinander selbst durch die Luft, wobei starke Funken von der einen Leitung auf die andere Leitung überspringen.

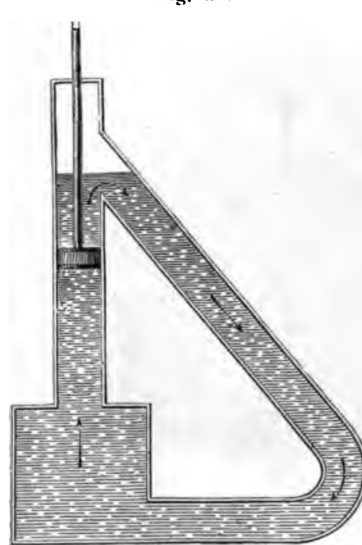
C. Der elektrische Strom.

§ 17. Ausgleich der Elektricität in einem Leiter.

Werden die beiden Conductoren der Elektrisirmaschine, deren einer die positive Elektricität der Glasscheibe, der

andere die negative Elektricität des Reibzeuges aufnimmt, durch einen Draht leitend mit einander verbunden und die Elektrisirmaschine fortwährend gedreht, das heisst, fortwährend positive und negative Elektricität erzeugt, so wird in dem Leiter ein constantes Entgegenströmen der verschiedenen Elektricitäten stattfinden und dieselben sich in dem Leiter ausgleichen. Dieser fortwährende und ununterbrochene Ausgleich ist es, welcher mit dem Namen: der elektrische Strom bezeichnet wird.

Fig. 17.



Es lässt sich von diesem fortwährenden Ausgleiche durch einen Vergleich leicht eine Vorstellung gewinnen. Denkt man sich ein Wasserreservoir (Fig. 17), aus welchem fortwährend Wasser gepumpt wird, welches durch eine zweite Röhre stets wieder in das Reservoir zurückkehrt, so wird in dem ganzen Röhrennetze, so lange gepumpt wird, ein continuirlicher Wasserstrom in der Richtung der Pfeile circuliren. Das gehobene Wasser wird stets trachten, die durch das Pumpen entstandenen Höhenunterschiede auszugleichen, kann aber so lange nicht an den Ruhezustand gelangen, als das Pumpwerk in entgegengesetztem Sinne wirkt. Setzt man nun an Stelle des Pumpwerkes den Elektricitätserzeuger, an Stelle des Röhrennetzes den leitenden Draht und an Stelle des Höhenunterschiedes positive und negative Elektricität, so wird sich ganz in derselben Weise, wie der Ausgleich der Höhenunterschiede, der Ausgleich der Elektricitäten erklären lassen. Die Elektricität wird so lange nicht in den Ruhezustand gelangen, als der Elektricitätserzeuger fortwährend positive und negative Elektricität erzeugt, beziehungsweise die beiden gebundenen Elektricitäten von einander trennt.

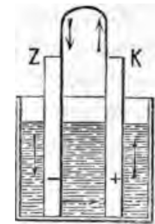
§ 18. Die galvanischen Elemente.

Die Elektrisirmaschine vermag jedoch nur so geringe Quantitäten Elektricität zu erzeugen, dass sie keinen constanten elektrischen Strom liefern kann. Um daher einen kräftigen constanten Strom zu erhalten, bedarf es einer anderen Elektricitätsquelle, welche die erforderlichen Mengen Elektricität zu liefern im Stande ist.

In den galvanischen Elementen ist nun eine solche Quelle gegeben, welche, abgesehen von später zu erwähnenden Vorrichtungen, für die elektrische Telegraphie praktisch verwerthet werden kann.

Taucht man in ein mit angesäuertem Wasser gefülltes Glasgefäss (Fig. 18) gleichzeitig einen Zink- und einen Kupferstreifen in der Weise ein, dass sich die beiden Stäbchen nicht berühren, so wird im Zinkstreifen negative, im Kupferstreifen positive Elektricität frei. Verbindet man die aus der Flüssigkeit hervorragenden Theile dieser Streifen leitend mit einander, so wird durch diese Verbindung der Ausgleich der getrennten Elektricitäten stattfinden.

Fig. 18.



Innerhalb der Flüssigkeit wird aber, sobald der Ausgleich der Elektricität durch den äusseren Leiter stattfindet, sofort wieder neue Elektricität frei, welche sich gesetzmässig sofort wieder in dem äusseren Leiter ausgleicht. Die Elektricitätserzeugung wird daher mit dem Ausgleiche der Elektricitäten gleichen Schritt halten und es wird das entstehen, was man einen constanten elektrischen Strom nennt.

Eine derartige Vorrichtung ist nun ein galvanisches Element, und zwar in der primitiven Form, wie es von dem Erfinder desselben anfänglich construirt wurde.

§ 19. Spannungsreihe.

Würde man statt der Zink- und Kupferstreifen zwei andere, aber verschiedenartige Metalle in die Flüssigkeit des Elementes einsetzen, so würde ebenfalls ein elektrischer Strom entstehen. Die stromerregende Kraft wird jedoch nicht die

gleiche sein, wie bei der Verwendung der Zink- und Kupferstreifen, indem dieselbe von den verwendeten Metallen direct abhängt und deshalb eine sehr verschiedene sein kann.

Stellt man die Metalle und auch andere Körper, welche das gleiche Vermögen besitzen, je nach ihrer grösseren oder geringeren stromerregenden Kraft in eine Reihe neben einander, so erhält man die sogenannte Spannungsreihe. Diese ist unter Hinweglassung der minder wichtigen Metalle und sonstigen Körper folgende:

»Wasserstoff, Zink, Cadmium, Zinn, Blei, Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Kohle.«

Je weiter zwei Körper in dieser Reihe von einander entfernt stehen, desto grösser wird ihre stromerregende Kraft sein, so dass Wasserstoff und Kohle die grösste, Zink und Platin und so fort eine immer geringere Wirkung ausüben werden.

Diese Reihe zeigt aber fernerhin noch an, dass an je zwei Körpern derselben, zu einem Elemente zusammengestellt, sich immer an dem vorhergehend angeführten Körper die negative, an dem nachfolgenden die positive Elektricität ansammeln wird. So wird sich, wenn Blei und Kupfer zu einem Elemente zusammengestellt würden, am Blei die negative, am Kupfer die positive, bei Zink und Blei dagegen am Zink die negative, am Blei die positive Elektricität ansammeln.

§ 20. Elektroden.

Die beiden Körper, durch deren Gegenüberstellung in einem galvanischen Elemente Elektricität erzeugt wird, nennt man die Elektroden und bezeichnet hierbei denjenigen Körper, an welchem sich die positive Elektricität ansammelt als elektronegative oder auch kurzweg als negative, jenen Körper, an welchem sich dagegen die negative Elektricität ansammelt, als die elektropositive oder positive Elektrode.

Nach vorstehendem Beispiel ist im ersten Falle Blei die positive und Kupfer die negative, im zweiten Falle Zink die positive, Blei dagegen die negative Elektrode.

§ 21. Positiver und negativer Pol.

Die beiden ausserhalb der Flüssigkeit eines galvanischen Elementes stehenden Theile der Elektroden, insbesondere aber jene Theile, welche zur Herstellung der Leitungsverbindung dienen, werden die Pole des Elementes genannt. Und zwar wird der hervorstehende Theil der elektronegativen Elektrode als positiver, jener der elektropositiven Elektrode als negativer Pol bezeichnet.

Da man häufig die Elektroden selbst direct als die Pole des Elementes bezeichnet, so wird beispielsweise bei einem Zink-Kupferelemente die elektronegative Elektrode, das Kupfer, den positiven, die elektropositive Elektrode, das Zink, den negativen Pol des Elementes bilden.

§ 22. Richtung des elektrischen Stromes.

Man nimmt an, dass sich bei dem elektrischen Ausgleiche nur die positive Elektricität bewege, und zwar ausserhalb des Elementes, von dem positiven Pol durch die leitende Verbindung zu dem negativen Pole, innerhalb der Flüssigkeit vom negativen Pole oder der positiven Elektrode zum positiven Pole oder der elektronegativen Elektrode. (In Fig. 18 durch Pfeile angedeutet.)

§ 23. Ursache der Wirkung der galvanischen Elemente.

Die Erzeugung von Elektricität im galvanischen Elemente lässt sich nur auf rein chemische Wirkungen zurückführen, indem sich in diesen Elementen ein fortdauernder chemischer Process in der Weise abwickelt, dass sich stets eine der beiden Elektroden, und zwar immer diejenige, an welcher sich die negative Elektricität ansammelt, in der Flüssigkeit auflöst und mit der Säure der Flüssigkeit, unter gleichzeitiger Zersetzung von Wasser in seine Bestandtheile, eine chemische Verbindung eingeht. Die Erzeugung von Elektricität in dem Elemente hört mit dem Stillstande des chemischen Processes sofort auf, und kann daher ein solches Element nur so lange in Wirksamkeit bleiben, als noch lösbares Metall und freie Säure in dem Elemente vorhanden ist, weil nur dann der chemische Process seinen ungestörten Fortgang nehmen kann.

Die in der Flüssigkeit sich lösende elektropositive Elektrode wird auch die Lösungs-Elektrode genannt.

§ 24. Polarisation.

Lässt man ein galvanisches Element mit nur einer Säure längere Zeit in Wirksamkeit, so zeigt sich, trotzdem dass noch lösbares Metall und freie Säure vorhanden ist, eine stetige Abnahme der stromerregenden Kraft. Dieselbe kann unter ungünstigen Umständen selbst bis auf Null herabsinken. Diese Erscheinung, welche mit dem Namen »elektrische Polarisation« belegt wird, findet ihre Erklärung in den chemischen Vorgängen, welche sich im Innern des Elementes abspielen. Bei Lösung der positiven Elektrode, welche unter allen Umständen ein Metall ist, wird stets gleichzeitig Wasser in seine Grundstoffe: Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Der Sauerstoff geht an das Lösungsmetall, verbindet sich mit demselben zu einem Metalloxyde, welch' letzteres mit der freien Säure ein Metallsalz bildet. Der Wasserstoff setzt sich hingegen an der elektronegativen Elektrode an und wirkt nun als elektropositivster Körper (§ 19) dem Lösungsmetalle gegenüber als positive Elektrode und bildet mit demselben ein galvanisches Element, dessen Wirkung jedoch der Wirkung der beiden Elektroden entgegengesetzt ist und dieselbe theilweise oder gänzlich aufhebt.

§ 25. Constante und inconstante Elemente.

Elemente, welche durch Polarisation in ihrer stromerregenden Kraft geschwächt werden und daher bei längerer Wirksamkeit keinen stets gleich starken Strom liefern, nennt man inconstante Elemente. Für viele Zwecke des praktischen Bedarfes sind jedoch solche Elemente gar nicht zu verwenden, und musste man daher zu Elementen greifen, bei welchen die schädlichen Wirkungen der Polarisation beseitigt sind und welche somit einen stets gleich starken Strom geben. Solche Elemente heisst man constante Elemente.

§ 26. Elektromotorische Kraft.

Bei den galvanischen Elementen sammelt sich in den beiden Elektroden positive und negative Elektricität an. Je

grössere Mengen von Elektricität sich in jeder der beiden Elektroden, dieselben auf die Raumeinheit bezogen, ansammeln, also je dichter die Anhäufung der Elektricität ist, desto grösser wird das Streben der beiden Elektricitäten sein, sich wieder zu vereinigen.

Dieses Ausgleichs- oder Vereinigungsbestreben der beiden Elektricitäten wird mit dem Ausdrucke der Spannungsdifferenz oder elektromotorischen Kraft bezeichnet.

Die elektromotorische Kraft wird daher umso grösser sein, je heftiger die elektrische Erregung ist, indem die Elektricität gleichsam mit grösserer Kraft in die beiden Pole des Elektricitätserzeugers hineingepresst wird. Da nun bei den galvanischen Elementen die Elektricität erregende Kraft nur auf chemische Wirkungen zurückzuführen ist, wird die Grösse der elektromotorischen Kraft nur von der grösseren oder geringeren chemischen Verwandtschaft der verwendeten Stoffe abhängen.

Hieraus erklärt sich auch, dass die Grösse der Elektroden auf die elektromotorische Kraft des Elementes keinen Einfluss üben kann, indem allerdings die Quantität der Elektricität, welche sich in den grösseren Elektroden aufzuspeichern vermag, eine grössere sein wird, als bei kleineren Elektroden, die Dichte oder Spannung der Elektricität, d. h. die Quantität, welche sich in gleichen Raumtheilen der Elektroden ansammelt, unter sonst gleichen Bedingungen ganz die gleiche und somit auch die elektromotorische Kraft, welche ja nur von der Dichte abhängt, dieselbe bleiben wird.

§ 27. Reibungs- und galvanische Elektricität.

Zwischen der mit der Elektrisirmaschine und der mit den galvanischen Elementen erzeugten Elektricität besteht insoferne ein grosser Unterschied, als mit der ersteren Wirkungen erzielt werden können, welche mit den galvanischen Elementen nur schwer zu erreichen sind. So kann man mit der Elektricität des positiven Conductors Funken von beträchtlicher Länge erzielen, welche unter Umständen Metalle zu schmelzen und Glasplatten zu durchlöchern vermögen.

Dieser Unterschied hat dazu geführt, die Elektricität, je nachdem sie durch Reibung oder durch chemische Wirkung erzeugt wird, speciell als Reibungs- und als galvanische Elektricität zu bezeichnen.

Die Annahme, dass diese beiden Elektricitäten ihrer Wesenheit nach von einander verschieden sind, wäre jedoch unberechtigt, indem sich der Unterschied in den Wirkungen dadurch leicht erklären lässt, dass bei der Reibung in die Conductoren verhältnissmässig bedeutende Quantitäten Elektricität mit grosser Kraft hineingepresst werden, dieselbe sich daher in denselben verdichtet und eine grosse Spannung annimmt, wodurch das Ausgleichsbestreben, dessen Intensität von der Grösse der Spannung abhängt, solche Dimensionen annimmt, dass die Elektricität die erwähnten Wirkungen hervorbringt. Im galvanischen Elemente hört jedoch die Nachpressung, beziehungsweise die Erzeugung der Elektricität sofort auf, nachdem dieselbe eine gewisse, von der Energie der chemischen Wirkung abhängige Spannung erreicht hat; wird jedoch der Elektricität ein Weg zum Ausgleich geboten, so findet diese Nachpressung sofort wieder statt und es können daher grosse Quantitäten Elektricität von geringer Dichte erzeugt werden. Ist bei der Elektrisirmaschine eine Entladung erfolgt, so bedarf es immer einer geraumen Zeit der Arbeit, ehe in die Conductoren wieder so viel Elektricität eingepresst ist, dass die gleichen Wirkungen wie früher erzielt werden können.

Der Unterschied zwischen der durch die verschiedenen Vorrichtungen erzeugten Elektricität liegt also nur in deren Spannung und Quantität. Die Elektrisirmaschine liefert nur geringe Quantitäten Elektricität von hoher Spannung, die galvanischen Elemente dagegen grosse Quantitäten Elektricität von geringer Spannung.

§ 28. Stromstärke oder Intensität.

Unter Stromstärke oder Intensität versteht man diejenige Menge Elektricität, welche den Querschnitt eines Leiters in der Zeiteinheit durchfliesst.

Die Stromstärke ist demnach von zwei Factoren abhängig:

a) Von der Grösse der elektromotorischen Kraft (§ 27), welche wir als einen Druck betrachten können, durch welchen die Elektricität in den Leiter hineingepresst wird. Je grösser der Druck ist, desto grösser die Quantität Elektricität, welche den Querschnitt des Leiters in der Zeiteinheit durchfliessen wird.

b) Von dem Widerstande, welchen der Leiter dem Durchgange der Elektricität entgegensetzt und welchen wir bereits als Leitungswiderstand (§ 11) kennen gelernt haben. Je grösser der Widerstand, desto grösser das Hinderniss, welches dem Durchgange der Elektricität entgegengesetzt wird, desto geringer die Stromstärke.

§ 29. Ohm'sches Gesetz.

Zwischen Stromstärke, elektromotorischer Kraft und Leitungswiderstand besteht eine ganz einfache Beziehung, welche in dem Ohm'schen Gesetze ihren Ausdruck findet. Dasselbe lautet: »Die Stromstärke ist der elektromotorischen Kraft direct und dem Leitungswiderstande umgekehrt proportional.«

Dasselbe lässt sich durch die einfache Formel

$$\text{Stromstärke oder Intensität} = \frac{\text{Elektromotorischer Kraft}}{\text{Leitungswiderstand}}$$

oder abgekürzt

$$S \text{ oder } I = \frac{E}{W}$$

zum Ausdruck bringen.

Sind zwei dieser drei Grössen bekannt, so lässt sich die dritte aus dieser Formel leicht berechnen.

§ 30. Abhängigkeit des Leitungswiderstandes.

Der Leitungswiderstand eines Körpers hängt von mehreren Factoren ab:

a) Von dem specifischen Leitungswiderstande. Je nach der Natur des Körpers ist der Leitungswiderstand desselben ein sehr verschiedener. Der Widerstand eines Körpers von der Länge 1 und dem Querschnitte 1, im Verhältnisse zu dem als Einheit angenommenen Wider-

stande eines anderen Körpers von gleichen Dimensionen, wird dessen specifischer Leitungswiderstand genannt. Derselbe schwankt zwischen ungeheueren Grenzen und beträgt, Kupfer als Einheit angenommen, für Silber 0·73, Gold 0·97, Messing 3·57, Platin 4·54, Eisen 5·88, Neusilber 15·47, Quecksilber 38·46.

Bei Flüssigkeiten, Silber gleich 1 gesetzt, für Schwefelsäure 938.500—696.700, Zinkvitriollösung 17,330.000, Kupfervitriollösung 28,820.000.

Für sogenannte Isolatoren schwanken die Widerstände zwischen 10—190 Trillionen des Einheitswiderstandes von Kupfer.

b) Von der Länge und dem Querschnitte des Körpers, je grösser der Querschnitt, je geringer die Länge, desto kleiner der Widerstand; je kleiner der Querschnitt, je länger der Körper, desto grösser der Widerstand. Er ist direct proportional der Länge und umgekehrt proportional dem Querschnitte des Körpers. Zur Berechnung des Widerstandes dient folgende Formel:

$$W = S \frac{L}{Q}$$

wobei W den Widerstand, S den specifischen Leitungswiderstand, L die Länge und Q den Querschnitt des Körpers bezeichnet.

c) Von der Temperatur. Bei erhöhten Temperaturen erhöht sich der Widerstand in festen Körpern und vermindert sich bei Flüssigkeiten. Das Umgekehrte tritt bei Sinken der Temperatur ein.

Im Allgemeinen wird der Widerstand durch die Temperatur nicht wesentlich beeinflusst.

§ 31. Widerstand der Elemente.

Ebenso wie alle anderen Körper, setzen die Elektroden sowie die Flüssigkeitssäulen der Elemente dem Durchgange der Elektricität einen nicht unbedeutenden Widerstand entgegen, welcher bei Anlage von elektrischen Einrichtungen wohl in Betracht gezogen werden muss.

Dieser Widerstand wird als innerer oder wesentlicher Widerstand bezeichnet.

§ 32. Elektrische Maasseinheiten.

Sowohl elektromotorische Kraft als Stromstärke und Leitungswiderstand können mit geeigneten Instrumenten gemessen werden.

Da jede Messung jedoch nur auf einem Vergleiche mit einer angenommenen Einheit beruht, mussten auch, um für diese Grössen einen Ausdruck gewinnen zu können, für dieselben Maasseinheiten gewählt werden.

Die gewählten Einheiten sind:

1. Für die elektromotorische Kraft: das Volt, welches ungefähr der elektromotorischen Kraft des Daniell-Elementes, dessen Construction wir später kennen lernen werden, entspricht.
2. Für den Leitungswiderstand: das Ohm, das ist ein Widerstand, welcher etwa dem Leitungswiderstande eines Kupferdrahtes von 48·5 m Länge und 1 mm Durchmesser entspricht.
3. Für die Stromstärke: das Ampère, d. i. der Strom, welcher durch die elektromotorische Krafteinheit, die Widerstandseinheit in 1 Sec. zu durchfliessen vermag. Nach dem Ohm'schen Gesetze (§ 29) ist ein Ampère $= \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Ohm}}$.

Früher bediente man sich anderer Einheiten, welche auch heute noch vielfach im Gebrauche sind, und zwar: für die elektromotorische Kraft des Daniell, das ist die elektromotorische Kraft des Daniell-Elementes, für den Leitungswiderstand der Siemens-Einheit oder auch der deutschen Meile, das ist des Widerstandes, welchen eine Quecksilbersäule von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt, oder ein Eisendraht von der Länge einer deutschen Meile und 4 mm Durchmesser dem Durchgange der Elektricität entgegensetzt.

Ein Volt ist ungefähr gleich 0·9 Daniell, somit ein Daniell ungefähr gleich 1·1 Volt.

Ein Ohm ist ungefähr gleich 1·05 Siemens-Einheiten oder 0·018 deutscher Meile, somit

Eine Siemens-Einheit gleich 0·95 Ohm oder 0·016 deutscher Meile, und

Eine deutsche Meile gleich 57 Ohm oder 60 Siemens-Einheiten.

§ 33. Stromkreis.

Damit bei einem galvanischen Elemente ein continuirlicher elektrischer Ausgleich stattfinden, oder wie man sagt, ein continuirlicher Strom circuliren kann, ist es nothwendig, dass die beiden Pole des Elementes durch einen leitenden Körper verbunden werden. Hierdurch wird aber die leitende Verbindung sowohl innerhalb als auch ausserhalb des Elementes hergestellt, und da der Strom stets wieder zu seinem Ausgangspunkte zurückkehrt, so ist man berechtigt, von einem Stromkreise zu sprechen.

Man sagt, wenn die leitende Verbindung zwischen den beiden Elektroden sowohl inner- als ausserhalb der Flüssigkeit hergestellt ist, der Stromkreis ist geschlossen, im entgegengesetzten Falle, der Stromkreis ist unterbrochen.

Man muss sich stets vor Augen halten, dass eine Stromcirculation nur bei geschlossenem Stromkreise stattfinden kann.

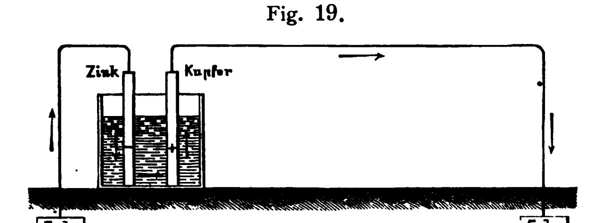
Da angenommen wird, dass nur die positive Elektricität in Bewegung sei, lässt sich die Bewegung der Elektricität im geschlossenen Stromkreise, wie dies in Fig. 18 durch die Pfeile angedeutet ist, darstellen, wobei man sich die Elektricität stets als vom positiven Pole ausgehend zu denken hat.

§ 34. Die Erde als Leiter.

Verbindet man jeden der beiden Pole eines galvanischen Elementes (Fig. 19) durch einen Leiter direct mit der Erde, so zeigt es sich, dass in beiden Leitern ein elektrischer Strom circulirt. Es bildet also die Erde eine leitende Verbindung zwischen den Polen des Elementes, beziehungsweise den von denselben abgehenden Leitern, und vermag das zur Herstellung eines geschlossenen Stromkreises sonst erforderliche Leitungsstück vollkommen zu ersetzen. Da die Erde als Leiter von ungeheurem Querschnitte anzusehen ist, wird deren Leitungs-

widerstand so gering sein, dass man ihn gleich Null annehmen kann. Dies trifft jedoch nur dann zu, wenn die Verbindung

Fig. 19.



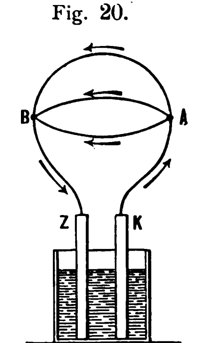
zwischen den oberirdischen Leitern und der Erde ausgezeichnet hergestellt ist, da der Strom bei dem Uebergange von dem Leiter in die Erde sonst einen oft nicht unbeträchtlichen Widerstand zu überwinden hat.

Die Verbindung des von dem Elemente oder überhaupt von jedem Elektricitätserzeuger ausgehenden Leiters mit der Erde wird die Erdleitung genannt.

§ 35. Stromverzweigung.

Theilt sich in einem geschlossenen Stromkreise der leitende Körper oder, da zur Leitung der Elektricität, wegen ihrer besonderen Leitungsfähigkeit stets Metalldrähte verwendet werden, der Leitungsdraht bei einem Punkte A in einen oder mehrere Zweige, welche bei einem andern Punkte B wieder zusammenlaufen (Fig. 20), so theilt sich der Strom in ebenso viele Theile, als Zweige vorhanden sind. Die in den einzelnen Zweigen circulirenden Ströme nennt man Theil- oder Zweigströme.

Fig. 20.



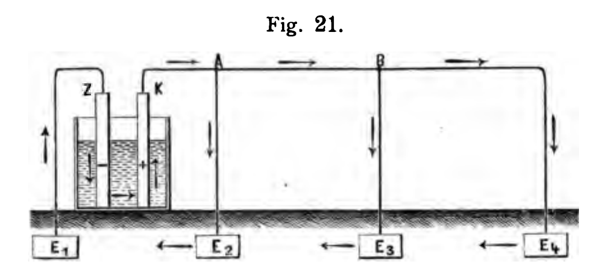
Die Theilung des Hauptstromes in die Zweigströme erfolgt nun immer im geraden Verhältnisse zur Leitungsfähigkeit oder im umgekehrten Verhältnisse zu dem Leitungswiderstande jedes dieser Zweige.

Es wird also, wenn der Leitungswiderstand des einen Zweiges 10, 20, 100 und 100.000 mal grösser ist als der des

zweiten Zweiges, in demselben nur $^1/_{10}$, $^1/_{20}$, $^1/_{100}$ und $^1/_{100000}$ des Stromes circuliren können, welcher den zweiten Zweig durchkreist.

Diese Stromverzweigung wird immer und überall und selbst durch die schlechtesten Leiter stattfinden, doch wird bei Isolatoren der dieselben durchfliessende Strom einen so geringen Bruchtheil des Gesammtstromes ausmachen, dass er gar nicht in Berücksichtigung zu ziehen ist. Summiren sich aber, wie dies in langen und insbesondere auch unterirdischen Leitungen der Fall ist, eine grosse Anzahl dieser Zweigströme, so treten dieselben allerdings störend auf und sind mit eine Ursache, dass die Telegraphenleitungen eine bestimmte Länge nicht überschreiten dürfen.

Fig. 21.



Gehen die beiden, mit den Polen des Elementes verbundenen Drähte direct in die Erde, und denke man sich den einen dieser Drähte so lange gestreckt, dass er erst in weiter Entfernung vom Aufstellungspunkte des Elementes mit der Erde in Verbindung tritt, und zweigt von diesem Drahte ebenfalls ein mit der Erde verbundener Draht ab (Fig. 21), so ist dies ebenfalls als Stromverzweigung und Stromtheilung zu betrachten. Der Strom wird sich bei dem Punkte A in zwei Zweigströme theilen, deren einer über E_2—E_1, der andere über E_4—E_1 den Rückweg zur Batterie finden wird. Der Strom in A—E_4 wird unter allen Umständen geschwächt werden, und zwar umsomehr, je geringer der Widerstand des Zweigleiters ist.

Würde nun bei B ein zweiter Draht zur Erde abzweigen, so würde sich der Strom bei diesem Punkte abermals theilen

und den Strom im Hauptleiter nochmals schwächen. Sind noch mehrere solcher Abzweigungen vorhanden, so erfolgt an jedem Punkte eine solche Theilung, und es ist leicht zu ersehen, dass, wenn eine grosse Anzahl solcher Abzweigungen, wenn auch von grossem Widerstande, vorhanden ist, der Strom im Hauptleiter durch den fortwährenden Abfluss in die Zweigleiter von Abzweigestelle zu Abzweigestelle immer mehr geschwächt wird, und dass diese Schwächung bis zum Endpunkte des Leiters eine ganz bedeutende sein kann.

§ 36. Geschwindigkeit der Elektricität.

Der Ausgleich der verschiedenen Elektricitäten oder die Bewegung der Elektricität in den Leitern erfolgt mit einer ungeheueren Geschwindigkeit, welche je nach Umständen zwischen 13.500—62.000 geographischen Meilen per Secunde schwankt.

§ 37. Galvanische Batterien.

Um die Wirkung der galvanischen Elemente zu erhöhen, werden dieselben in entsprechender Weise untereinander in Verbindung gebracht, und nennt man eine solche Vereinigung mehrerer galvanischer Elemente zu einer Elementgruppe eine galvanische Batterie.

§ 38. Verbindung der Elemente auf Quantität und Intensität.

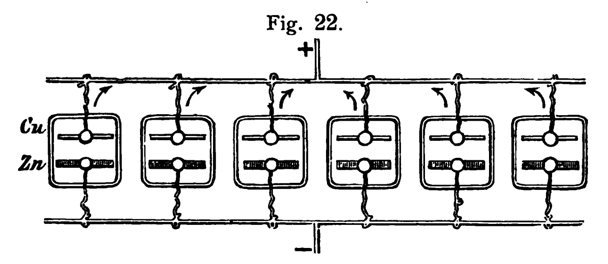
Diese Vereinigung der galvanischen Elemente kann auf verschiedene Art und Weise durchgeführt werden.

Verbindet man die Elemente so mit einander, dass stets nur die positiven Pole der Elemente mit einander und ebenso alle negativen Pole mit einander verbunden werden, so nennt man dies die Verbindung oder Schaltung auf Quantität (Fig. 22).

Werden dagegen die einzelnen Elemente so mit einander verbunden, dass stets ein positiver Pol des einen Elementes mit dem negativen Pole des nachfolgenden Elementes in Verbindung kommt, und in einem der beiden Endelemente ein positiver und in dem andern ein negativer Pol freisteht, so heisst man diese Verbindungsweise die Schaltung auf Intensität oder Spannung (Fig. 23).

Bei der Schaltung auf Quantität ist die von der Batterie gelieferte Menge Elektricität, einem Elemente gegenüber,

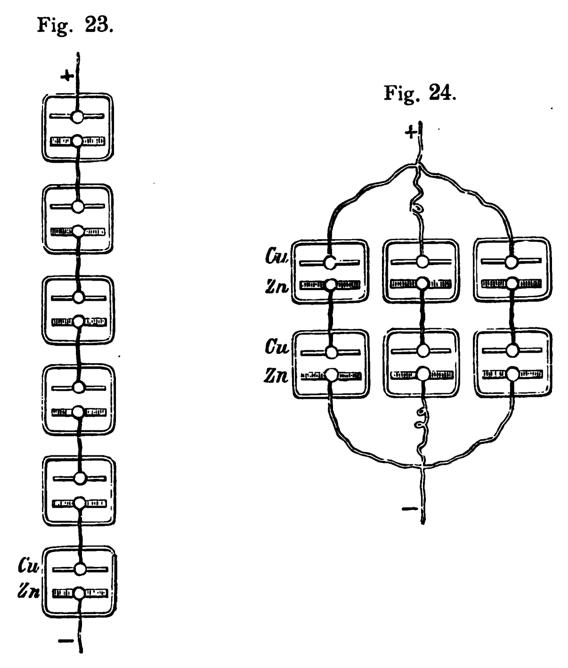
Fig. 22.



so viel mal grösser, als die Anzahl der vereinigten Elemente beträgt. Die Dichte oder Spannung der Elektricität wird jedoch hierdurch in keiner Weise erhöht.

Fig. 23.

Fig. 24.



Umgekehrt verhält es sich bei der Schaltung auf Intensität. Hier vergrössert sich die Spannung, und zwar in geradem Verhältnisse zu der Anzahl der Elemente. Die Quantität der

erzeugten Elektricität ist aber hierbei nicht grösser, als die von einem Elemente.

Es liefert demnach eine Batterie von zehn Elementen, auf Quantität geschaltet, eine zehnmal grössere Quantität Elektricität, jedoch von der gleichen Spannung wie ein Element. Sind dieselben Elemente dagegen auf Intensität oder Spannung geschaltet, so liefert diese Batterie dieselbe Quantität Elektricität wie ein Element, deren Spannung wird aber eine zehnmal grössere sein.

Um sich diesen Vorgang durch einen Vergleich zu versinnbildlichen, denke man sich vorerst eine Reihe von beispielsweise zehn Pumpen nebeneinander gestellt, deren jede aus einem Reservoir eine gleiche Quantität Wasser einen Meter hoch hebt. Diese zehn Pumpen werden daher, gleichzeitig in Bewegung gesetzt, zehnmal mehr Wasser einen Meter hoch heben, als eine Pumpe. Dies entspricht der Schaltung auf Quantität.

Sind jedoch diese zehn Pumpen so übereinander geordnet, dass jede der Pumpen das von der vorhergehenden Pumpe einen Meter hoch gehobene Wasser wieder einen Meter höher hebt, so wird das Wasser, nachdem es die zehnte Pumpe passirt hat, zehn Meter hoch gehoben sein. Die Quantität des gehobenen Wassers ist aber nicht grösser als die, welche in derselben Zeit von einer Pumpe, jedoch nur einen Meter hoch, gehoben worden wäre. Dies ist das Beispiel für die Schaltung auf Intensität.

Die sogenannten gemischten Schaltungen, bei welchen, wie in Fig. 24, eine Serie von Elementen hintereinander oder auf Spannung, und die einzelnen Elementgruppen wieder nebeneinander oder auf Quantität verbunden werden, finden auch häufige Anwendung.

Welche Art der Schaltung für einen gegebenen Fall die vortheilhafteste sei, darüber gibt, da es sich in den meisten Fällen nur um Erzielung der grösstmöglichen Stromstärke handelt, das Ohm'sche Gesetz (§ 29) Aufschluss.

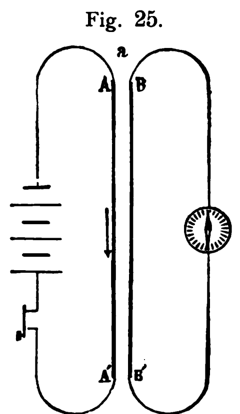
§ 39. Galvanische Induction.

Bringt man in die Nähe eines geschlossenen Stromkreises AA_1 (Fig. 25) einen andern in sich geschlossenen Leiter BB_1,

so wird jedesmal, so oft der Strom in AA_1 geschlossen oder unterbrochen wird, in dem Leiter BB_1 ein elektrischer Strom von momentan kurzer Dauer entstehen. Die Richtung dieser so entstehenden Ströme ist jedoch nicht immer die gleiche, indem der in BB_1 beim Schliessen des Stromkreises AA_1 entstehende Strom eine der Stromrichtung des Stromes in AA_1 entgegengesetzte Richtung hat, während der beim Oeffnen des Stromkreises AA_1 in BB_1 entstehende Strom die gleiche Richtung wie der Strom in AA_1 annimmt.

Diese Erzeugung eines Stromes in einem geschlossenen Stromkreise durch einen benachbarten Stromkreis bezeichnet man als die galvanische Induction. Der erzeugende Strom heisst der primäre, inducirende oder Hauptstrom, der in dem geschlossenen Leiter erzeugte der secundäre oder Inductionsstrom, und unterscheidet man hierbei, der verschiedenen Richtung entsprechend, zwischen einem Oeffnungs- und einem Schliessungsstrome.

Fig. 25.



Nicht nur das Unterbrechen und Schliessen des Hauptstromes, sondern auch jede Stärkung und Schwächung desselben ruft in dem secundären Drahte einen Inductionsstrom hervor, der bei der Stärkung eine dem Hauptstrome entgegengesetzte, bei der Schwächung die gleiche Richtung wie der Hauptstrom hat.

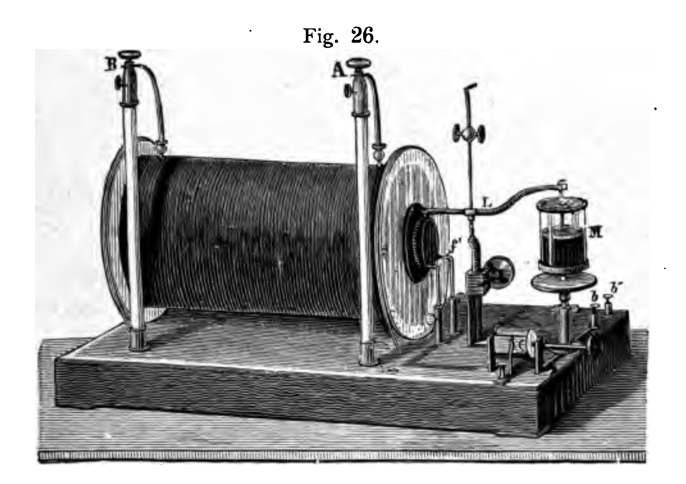
Die Stärke oder Intensität des Inductionsstromes ist der Stärke des Hauptstromes proportional und hängt ausserdem von der Entfernung des Inductions- von dem inducirenden Drahte, sowie von der Länge der nebeneinander laufenden Drahttheile ab. Je stärker der Hauptstrom, je näher und je länger die Drähte nebeneinander laufen, desto kräftiger wird der Inductionsstrom.

Um daher möglichst kräftige Inductionsströme zu erzielen, werden gewöhnlich mit Seide umsponnene und dadurch von einander isolirte Drähte von grosser Länge, derselben Richtung nach auf eine Rolle von Holz oder Papier aufgewickelt. Hierbei

wird der Draht, durch welchen der Batteriestrom hindurchgehen soll, gewöhnlich stärker im Durchmesser gehalten, als der Neben- oder Inductionsdraht. Um eine constante Reihe von Inductionsströmen zu erhalten, ist es nothwendig, dass der Hauptstrom in möglichst rascher Aufeinanderfolge unterbrochen und geschlossen wird. Je öfter die Unterbrechung und der Schluss des Stromkreises in einer gewissen Zeit erfolgt, desto grösser ist die Anzahl der erzielten Inductionsströme.

Bei den für wissenschaftliche Untersuchungen und medi-

Fig. 26.



cinische Zwecke verwendeten Apparaten zur Erzeugung kräftiger Inductionsströme, den sogenannten Rhumkorffs (Fig. 26), wird das Oeffnen und Schliessen der Kette des primären Stromkreises mittelst einer einfachen Vorrichtung, »der Selbstunterbrechung«, durch den galvanischen Strom selbst bewirkt.

§ 40. Der Extrastrom.

Der elektrische Strom wirkt aber nicht nur auf benachbarte Leiter oder Drähte inducirend, sondern erzeugt auch in dem eigenen Drahte, den er durchfliesst, ganz in derselben Weise Inductionsströme, wie in fremden Drähten. Wird demnach ein Stromkreis geschlossen, so wird auch in der leitenden

Verbindung der beiden Pole der Batterie ein Strom von unendlich kurzer Dauer und dem Hauptstrome entgegengesetzter Richtung inducirt. Bei Unterbrechen des Stromes wird dagegen ein dem Hauptstrome gleich gerichteter Inductionsstrom hervorgerufen.

Hierdurch wird der Hauptstrom beim Schliessen der Kette durch den inducirten Strom momentan geschwächt, beim Unterbrechen der Kette dagegen verstärkt.

Die in dem eigenen Drahte durch Schliessen und Unterbrechen des Stromkreises entstehenden Inductionsströme werden, im Gegensatze zu den in benachbarten Leitern inducirten Strömen, Gegen- oder Extraströme genannt.

Der Schlag, welchen man beim Unterbrechen oder Schliessen einer Leitungskette mit Batterien als Elektricitätsquelle erhält, rührt nur von den höher gespannten Extraströmen her, und ist der Schlag beim Oeffnen der Kette, dadurch, dass der Hauptstrom durch den Extrastrom verstärkt wird, bedeutend kräftiger als beim Schliessen der Kette, bei welchem Haupt- und Extrastrom einander entgegenwirken.

Diese Extraströme sind es auch, welche in sehr langen Telegraphenleitungen das Telegraphiren verlangsamen, da es durch die Gegenwirkung der Extraströme beim Schliessen der Kette immer einer gewissen, wenn auch verhältnissmässig kurzen Zeit, $^1/_{16}$—$^1/_2$ Secunde bedarf, ehe der Hauptstrom seine normale Stärke erlangt.

§ 41. Magnet-Induction.

Schiebt man in eine aus feinem isolirten Drahte gebildete Drahtrolle oder Spirale, deren Enden leitend verbunden sind (Fig. 27), einen kräftigen Magnetstab rasch hinein, so wird in dem Drahte ebenfalls ein Inductionsstrom entstehen. Das Gleiche findet statt, wenn der Magnetstab wieder rasch herausgezogen wird, doch hat dieser Inductionsstrom die entgegengesetzte Richtung des Stromes, welcher beim Hineinschieben des Magnetstabes entstanden ist. Bleibt der Magnetstab in Ruhe, so ist die Leitung stromlos.

Die Richtung des inducirten Stromes hängt aber auch von dem Pole des Magnetes ab, welcher bei der Arbeit

des Hineinschiebens und Herausziehens des Magnetes der Drahtrolle zugekehrt ist. So wird, wenn der Südpol des Magnetes in die Rolle hineingeschoben würde, ein Inductionsstrom von entgegengesetzter Richtung entstehen, als der, welcher beim Hineinschieben des Nordpoles entstünde, und wird derselbe die gleiche Richtung mit dem Strome haben, welcher beim Herausziehen des Nordpoles hervorgerufen wird.

Durch rasch aufeinander folgendes Hineinschieben und Herausziehen des Magnetstabes in die, beziehungsweise aus

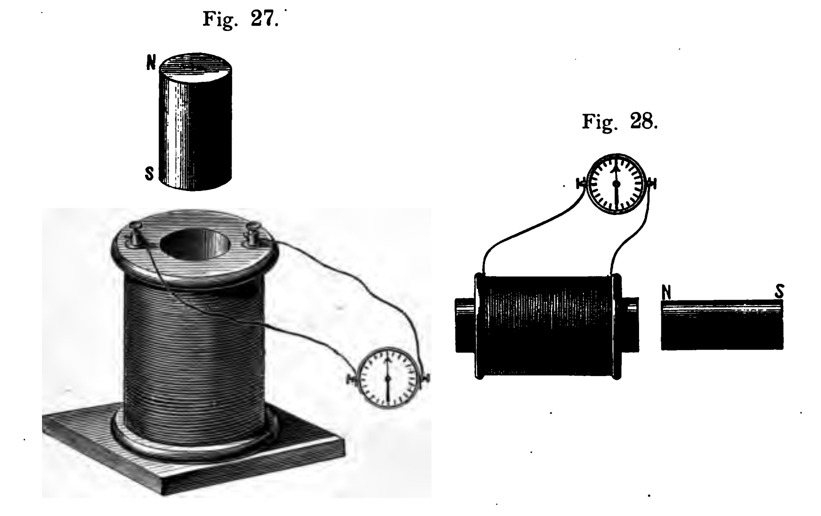


Fig. 27.

Fig. 28.

der, in sich geschlossenen Drahtrolle kann demnach eine Reihe Inductionsströme von stets wechselnder Richtung erzeugt werden.

Die Erzeugung von elektrischen Strömen in einem geschlossenen Leiter durch Einwirkung eines Magnetes nennt man, im Gegensatze zu der galvanischen Induction, *Magnet-Induction*.

Statt jedoch den Magnetstab in die Drahtrolle hineinzuschieben, beziehungsweise aus derselben herauszuziehen, kann man auch ein Stück weiches Eisen mit einer Drahtrolle umgeben und braucht dann dem Eisenstabe nur einen Magnetstab

rasch zu nähern, beziehungsweise denselben von dem Eisenstabe zu entfernen (Fig. 28).

Es wird bei Annäherung des Magnetes an den weichen Eisenstab durch die magnetische Influenz (§ 5) Magnetismus hervorgerufen, welcher bei Entfernung des Magnetes sofort wieder verschwindet. Dieses Hervorrufen und Verschwinden des Magnetismus in dem weichen Eisenstabe bringt in der Rolle naturgemäss genau dieselbe Wirkung hervor, als wenn der Magnetstab in dieselbe hineingeschoben, beziehungsweise aus derselben herausgezogen würde, so dass bei jeder Annäherung und Entfernung des Magnetes an den, beziehungsweise von dem weichen Eisenstabe, in der denselben umgebenden Drahtrolle, je ein Inductionsstrom von wechselnder Richtung entsteht.

Die Eigenschaft der Magnete, durch Annäherung und Entfernung in einer Drahtrolle Inductionsströme zu erzeugen, hat zur Construction einer Reihe von Maschinen geführt, welche unter dem Namen magneto-elektrische Maschinen bekannt sind.

§ 42. Der Cylinder-Inductor.

Von der stattlichen Anzahl dieser Maschinen ist es jedoch nur der Cylinder-Inductor, welcher wegen seiner einfachen und sinnreichen Construction sowie der kräftigen Wirkung, speciell für die Signalisirungszwecke der Eisenbahnen zur Einführung gelangte.

Derselbe besteht aus einem Cylinder von weichem Eisen (Fig. 29), welcher seiner ganzen Länge nach mit zwei einander gegenüberstehenden Einschnitten versehen ist. Um diesen Cylinder werden nun über die beiden vorhandenen Einschnitte isolirte Kupferdrähte der Länge nach so lange umgewickelt, bis die ursprünglich cylindrische Form des Eisenstückes wieder hergestellt ist. Das eine Ende dieses Drahtes steht direct mit der Achse in Verbindung, das andere Ende geht an einen an die Achse aufgekeilten, von derselben jedoch durch eine Bein- oder Hartgummi-Zwischenlage isolirten Kupferring. An diesem Kupferringe schleift ein Metallstück, welches durch eine Feder an denselben angepresst wird und

die leitende Verbindung nach Aussen herstellt. Zwei Drähte, der eine von dem Achslager, der andere von der Feder aus-

Fig. 29.

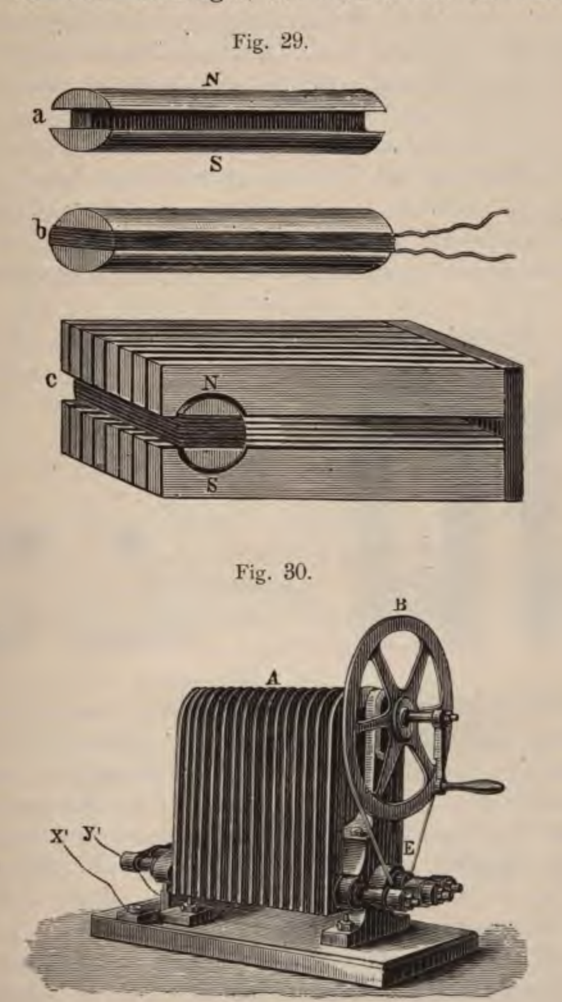


Fig. 30.

gehend, führen nun an die beiden am Postamentbrette angebrachten Klemmen, welche zur Herstellung der Verbindung mit den Leitungsdrähten dienen

Dieser Cylinder rotirt nun zwischen den beiden Polen einer Reihe parallel neben einander aufgestellter Magnete, welche zur Aufnahme des Cylinders mit kreissegmentförmigen Ausschnitten versehen sind. Der Cylinder selbst ist in zwei Achsen gelagert, und wird derselbe mittelst Kurbeldrehung durch eine Riemen- oder Zahnradübersetzung in möglichst schnelle Drehung versetzt (Fig. 30).

Die Wirkung des Inductors beruht nun darauf, dass der Cylinder, je nachdem er die Stellung *a* oder *b* (Fig. 31) einnimmt, durch die Influenz der Magnetlamellen magnetisch wird oder den Magnetismus verliert. Jedem Magnetischwerden

Fig. 31.

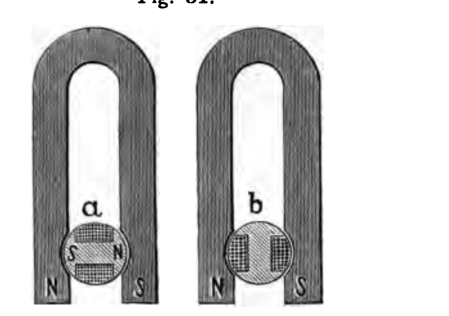
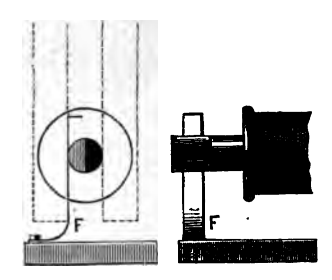


Fig. 32.



und jeder Entmagnetisirung des Cylinders entspricht ein Inductionsstrom in der Drahtumwickelung, daher jede einmalige Umdrehung desselben vier Inductionsströme erzeugt, von denen sich jedoch stets je zwei, da selbe gleiche Richtung haben, zu einem summiren, so dass nur zwei Ströme wechselnder Richtung erhalten werden. Je grösser die Anzahl der Umdrehungen in einem gegebenen Zeitraume, desto mehr Inductionsströme werden geliefert werden.

Solche Ströme von stets wechselnder Richtung, sogenannte Wechselströme, eignen sich jedoch für gewisse Zwecke durchaus nicht, und müssen dieselben, um den Inductor verwenden zu können, durch eine eigene Vorrichtung, Commutator genannt, in Ströme gleicher Richtung umgewandelt werden.

Eine der einfachsten Vorrichtungen dieser Art besteht darin, dass man ganz einfach nur die Ströme einer Richtung ableitet und die der entgegengesetzten Richtung gar nicht benützt. Dies erfolgt dadurch, dass man die Achse des Cylinders, von welcher die Ströme abgeleitet werden, der Länge nach halb so durchschneidet (Fig. 32), dass der Contact mit dem federnden Ableitungsstück *F* nur für je eine halbe Umdrehung des Cylinders hergestellt, für die andere halbe Umdrehung des Cylinders unterbrochen ist.

Da einer Umdrehung des Cylinders je zwei Inductionsströme entgegengesetzter Richtung entsprechen, können auf diese Art nur die halbe Anzahl der erzeugten Ströme, und zwar nur die gleicher Richtung abgeleitet werden, da für die Ströme entgegengesetzter Richtung die leitende Verbindung aufgehoben wird.

§ 43. Erzeugung der Elektricität durch Wärme.

Erwärmt man ein Stück gewöhnlichen Metalldrahtes an dem einen Ende, während man das andere Ende abkühlt, so wird, wenn die leitende Verbindung hergestellt ist, ein, wenn auch nur schwacher elektrischer Strom entstehen, welcher so lange anhält, als die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Enden des Drahtes fortbesteht.

Nimmt man statt des einen Stück Drahtes zwei verschiedenartige Metalle, welche an ihren Enden durch Löthung mit einander verbunden sind, so wird, wenn die Verbindung zwischen den beiden Löthstellen hergestellt ist und die eine der Löthstellen erwärmt, die andere derselben abgekühlt wird, ein viel kräftigerer Strom erzeugt werden, als bei dem einfachen Drahtstücke.

Auch hier bleibt es sich nicht gleich, welche Metalle durch Löthung mit einander verbunden werden, und lässt sich nach dem Grade der Wirkung eine der Spannungsreihe der zu den galvanischen Elementen verwendeten Körper ähnliche Reihe aufstellen. Dieselbe ist folgende: Antimon, Eisen, Stahl, Zink, Silber, Gold, Kupfer, Zinn, Blei, Quecksilber, Messing, Platin, Neusilber, Wismuth, wobei

Antimon als das elektropositive, Wismuth als das elektronegative Metall zu betrachten ist.

Hinsichtlich der Reihenfolge und Wirkung gilt für diese Reihe das bei der Spannungsreihe § 19 schon Gesagte vollständig.

Verbindet man eine Reihe solcher an ihren Enden zusammengelötheter verschiedenartiger Metalle in geeigneter Weise untereinander, so erhält man die sogenannten Thermosäulen oder thermoelektrischen Batterien. Für dieselben wählt man am besten gewisse Metallegirungen, und zwar aus Antimon, Zink und Wismuth für das positive, und aus Kupfer, Zink und Nickel für das negative Metall.

Durch Abkühlung der einen Reihe von Löthstellen und Erwärmen der andern wird, wenn der Elektricität eine Ableitung geboten, das heisst der Stromkreis geschlossen ist, so lange ein constanter Strom circuliren, als zwischen den entgegengesetzten Löthstellen noch eine Temperaturdifferenz herrscht.

Die Stärke des erhaltenen Stromes wird von der Art der verwendeten Metalle, sowie von der Anzahl der zu einer Batterie verwendeten Thermoelemente und der Temperaturdifferenz zwischen den Löthstellen direct abhängen.

Die auf diese Art und Weise erzeugte Elektricität nennt man Wärme- oder Thermoelektricität. Es muss hierbei nochmals betont werden, dass man, wenn man von Reibungs-, galvanischer, Inductions- und Thermoelektricität spricht, sich nicht etwa darunter vorstellen darf, dass zwischen diesen Elektricitäten ein Unterschied wäre, sondern dass sich diese Bezeichnung nur auf die Art und Weise der Erzeugung bezieht.

D. Wirkung des elektrischen Stromes.

Im Stromkreise.

§ 44. Wärmewirkung.

Wenn der elektrische Strom im geschlossenen Stromkreise circulirt, wird derselbe auf die Leiter, welche er durchfliesst, eine ganz bestimmte Wirkung ausüben.

Ist der Leiter in seiner ganzen Ausdehnung ein fester Körper, so wird in demselben nur Wärme entwickelt. Die Quantität der entwickelten Wärme ist um so grösser, je grösser der Leitungswiderstand des Körpers und je grösser die Stromstärke ist. Für die Wärmeentwicklung in einem Leiter gilt folgendes Gesetz: Die Wärmemenge ist dem Widerstande des Leiters und dem Quadrate der Stromstärke direct proportional.

Hat der Leiter im Verhältniss zu der in ihm entwickelten Wärmemenge ein geringes Volumen, so wird er eine sehr hohe Temperatur annehmen. Verwendet man beispielsweise einen dünnen Platindraht als Leiter, so wird derselbe bei verhältnissmässig geringer Stromstärke leicht glühend und kann selbst zum Schmelzen gebracht werden.

Die Wärmewirkungen des elektrischen Stromes sind es, auf denen beispielsweise die ganze elektrische Beleuchtung, die Minenzündung etc. beruht. In der praktischen Telegraphie finden dieselben jedoch keine Verwerthung, sondern machen sich eher schädlich geltend, daher deren Einfluss durch Anwendung gut leitender Körper von entsprechenden Dimensionen nach Möglichkeit beseitigt werden muss.

§ 45. Chemische Wirkung.

Ist ein Theil des vom elektrischen Strome durchflossenen Leiters eine Flüssigkeit und zersetzbar, so wird der Strom eine Zerlegung der Flüssigkeit in ihre Grundbestandtheile bewirken.

a) Zersetzung von Wasser.

Leitet man beispielsweise den elektrischen Strom durch eine Wassersäule, so wird das Wasser in seine Grundstoffe: Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt.

Werden die beiden Klemmen der weithalsigen Flasche (Fig. 33) mit den beiden Polen einer galvanischen Batterie verbunden, so wird, wenn das Gefäss mit angesäuertem Wasser gefüllt ist, an den einander parallel gegenüberstehenden Platinblechen sofort eine Gasentwickelung stattfinden. Das so erzeugte Gas muss, da das Gefäss sonst verschlossen ist, durch das

aufsteigende Rohr entweichen und in die Auffangvorrichtung übergehen, und kann hiedurch die Menge desselben gemessen werden.

Fängt man die Gase in einem Apparate (Fig. 34), bei welchem jedes der Platinbleche in eine separate, oben verschlossene Röhre hineinragt, getrennt auf, so wird man finden, dass die Gasmenge, welche sich an jenem Platinbleche entwickelt, welches mit dem negativen Pole der Batterie in Verbindung

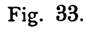
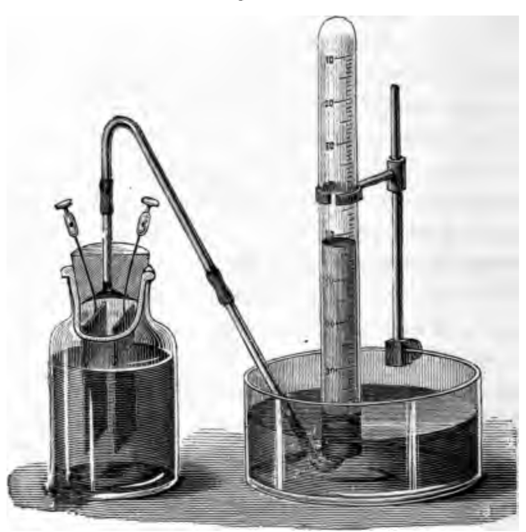


Fig. 33.



stand, doppelt so gross ist, als die an dem mit dem positiven Pole der Batterie verbundenen Bleche. Das an dem negativen Pole aufgefangene Gas ist Wasserstoff, das am positiven Pole aufgefangene Gas Sauerstoff. Es entspricht dies genau der Zusammensetzung des Wassers.

Nimmt man statt der Platinbleche andere Metalle, welche eine grössere chemische Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben, so wird am negativen Pole zwar die gleiche Menge Wasserstoff entwickelt werden, der am positiven Pole ausgeschiedene Sauerstoff sich aber nicht mehr gasförmig ausscheiden, sondern

mit dem Metalle zu einem Metalloxyde verbinden, was an der geänderten Färbung, welche der positive Pol annimmt, sofort zu erkennen ist. Der negative Pol wird dagegen stets rein bleiben.

Fig. 34.



Gleich dem Wasser, wird jede nur aus zwei Körpern zusammengesetzte Flüssigkeit durch den elektrischen Strom in ihre Grundbestandtheile zerlegt. Würde man statt des Wassers Salzsäure verwendet haben, so würden sich die beiden Grundstoffe derselben: Chlor und Wasserstoff ausscheiden, und zwar Wasserstoff wieder am negativen, Chlor dagegen am positiven Pole. In diesem Falle würden an beiden Polen gleiche Quantitäten Gas ausgeschieden, weil Salzsäure eine aus gleichen Theilen von Wasserstoff und Chlor bestehende Verbindung ist, während Wasser aus zwei Theilen Wasserstoff und einem Theile Sauerstoff besteht.

b) Zersetzung von Metallsalzen.

Lässt man den elektrischen Strom durch eine Auflösung von Metallsalz (Verbindung eines Metalloxydes mit einer Säure) hindurchgehen, so wird dasselbe ebenfalls zersetzt, wobei das Metall direct ausgeschieden wird. Würde man in das Gefäss (Fig. 33) statt reinen Wassers eine Lösung von Kupfervitriol*) einfüllen und einen elektrischen Strom hindurchleiten, so würde

*) Kupfervitriol ist eine Verbindung von einem Theile Kupferoxyd mit einem Theil Schwefelsäure.

dies eine Zersetzung dieses Salzes hervorrufen. An der negativen Platinplatte (das ist diejenige Platte, die mit dem negativen Pole der Batterie in Verbindung steht) scheidet sich metallisches Kupfer aus und setzt sich an diese Platte an, während sich an dem positiven Pole die Schwefelsäure und der von der Zersetzung des Kupferoxydes herrührende Sauerstoff ansammelt. Der Sauerstoff wird durch die Ableitung in die graduirte Röhre übergehen. Nimmt man an Stelle beider Platinplatten Kupferplatten, so wird sich an der negativen Platte ebenfalls Kupfer niederschlagen, an der positiven Platte aber der Sauerstoff und die Schwefelsäure wieder mit dem Kupfer zu Kupfervitriol verbinden, welches sich wieder in der Flüssigkeit löst, um an der negativen Platte unter den gleichen Modalitäten abermals in seine Bestandtheile zerlegt zu werden. Dieser Process wird so lange fortdauern, als die positive Platte nicht aufgezehrt ist. Es wird also hierbei, da die geringste Quantität Kupfervitriol genügt, um diesen Process einzuleiten, an der negativen Platte fortwährend Kupfer niedergeschlagen, an der positiven Platte fortwährend Kupfer gelöst, so dass der Strom gewissermassen das Metall von der positiven Platte auf die negative Platte überträgt.

Ganz die gleichen Erscheinungen erhält man mit fast allen anderen Metallsalzen, nur ist die Menge des von einem Strome bestimmter Stärke in der Zeiteinheit niedergeschlagenen Metalles für die verschiedenen Metalle eine verschiedene.

§ 46. Voltameter.

Die zersetzend wirkende Kraft des elektrischen Stromes kann nun zur Messung der Stärke eines Stromes benützt werden. Es ist nämlich die Menge des in einer Zeiteinheit entwickelten Gases der Stromstärke direct proportional. Ein zwei-, drei-, vierfach stärkerer Strom wird in derselben Zeit eine auch zwei-, drei-, vierfach grössere Gasmenge entwickeln. Kennt man nun die Quantität Gas, welche ein Strom von der Stärke der Einheit ein Ampère (§ 32) in der Zeiteinheit liefert, so ist es einfach, die Stärke eines anderen Stromes nach der von demselben in der Zeiteinheit gelieferten Gasmenge zu bestimmen. Die hierzu benützten Vorrichtungen sind dieselben,

wie in Figur 33 und 34, nur müssen die Glasröhren entsprechend graduirt sein, um die Quantitäten des gelieferten Gases sofort ablesen zu können. Eine derartige Vorrichtung heisst man Voltameter.

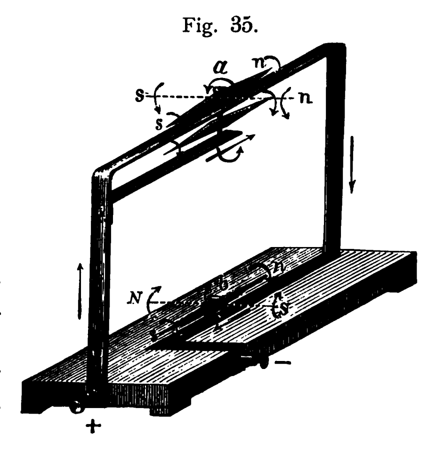
Auch bei der Zersetzung der Metallsalze durch den elektrischen Strom ist die Menge des in der Zeiteinheit niedergeschlagenen Metalles der Stromstärke direct proportional, und hat man somit auch hier ein Mittel zum Messen der Stromstärke, indem man nur die Gewichtsmenge des niedergeschlagenen Metalles zu bestimmen und mit der Menge des Metalles, welche der Strom an der Einheitsstärke in der Zeit niederschlägt, unter Berücksichtigung der Zeitdauer der Stromwirkung zu vergleichen braucht. Diese Art der Strommessung gibt, wiewohl selbe umständlicher ist, viel genauere Resultate, als die Messung mit den Gas-Voltametern, weil hier viele Fehlerquellen beseitigt sind.

Ausserhalb des Stromkreises.

§ 47. Einwirkung auf die Magnetnadel.

Wird an einer Magnetnadel ein elektrischer Strom vorbeigeführt, so wird sie aus ihrer Richtung von Süden nach Norden, welche sie normal einnimmt (§ 3), abgelenkt. Die Art der Ablenkung ist jedoch verschieden, je nachdem sich die Nadel oberhalb, unterhalb oder zur Seite der Stromesrichtung befindet. Die Richtung der Ablenkung wird sofort wechseln, sobald der elektrische Strom seine Richtung ändert.

Fig. 35.



Um diese Ablenkung der Magnetnadel demonstriren zu können, bedient sich gewöhnlich des in Figur 35 dargestellten Apparates.

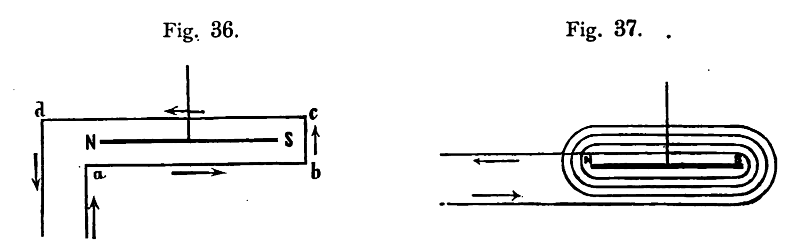
An einem nicht vollständig geschlossenen Rahmen sind an verschiedenen Stellen Nadelspitzen angebracht, auf welche Magnetnadeln frei beweglich aufgesetzt werden können. Ist eine solche Nadel aufgesetzt, so wird der Rahmen so lange gedreht, bis derselbe mit der Magnetnadel die gleiche Richtung hat, also mit derselben parallel steht. Leitet man nun einen elektrischen Strom durch den Rahmen so ein, dass der Strom bei + ein- und bei — austritt, so werden die Nadeln nach einer Richtung hin abgelenkt. Kehrt man die Richtung des Stromes so um, dass derselbe bei — ein- und bei + austritt, so wird die Ablenkung der Nadel in entgegengesetzter Richtung erfolgen.

Um die Richtung der Ablenkung der Nadel stets bestimmen zu können, denke man sich in dem Leiter in der Richtung des Stromes so schwimmend, dass das Gesicht stets der Nadel zugekehrt ist, es wird sodann der Nordpol stets nach links abgelenkt.

§ 48. **Der Multiplicator.**

Liegt wie in Figur 36 die Magnetnadel NS zwischen dem rechteckig gebogenen Drahte $abcd$ und durchläuft der Strom den Draht in der Richtung der Pfeile, so wird die

Fig. 36. Fig. 37.



Nadel sowohl unter Einwirkung des Stromes in ab, als des in cd nach dem vorhergegangenen Gesetze in gleicher Richtung abgelenkt werden. Es wird also die ablenkende Wirkung doppelt so gross sein, als wenn nur ein Drahtstück auf die Nadel eingewirkt hätte.

Wird der Draht vielemal in derselben Richtung um die Nadel in der Weise wie in Figur 37 gewunden, so wird die

ablenkende Kraft im Vergleiche mit der ablenkenden Wirkung eines einzigen mit der Nadel parallel laufenden Drahtstückes zweimal so oft grösser sein, als die Anzahl der Umwindungen beträgt. Es wird also durch eine solche Anordnung die Wirkung eines Stromes auf eine Magnetnadel vervielfacht, daher auch die ganze Vorrichtung Multiplicator genannt wird.

Die einzelnen Drahtwindungen eines solchen Multiplicators müssen gut von einander isolirt sein, weil sonst der Strom den Draht nicht in seiner ganzen Länge durchlaufen und an Wirkung verlieren würde.

§ 49. Galvanometer und Galvanoskop oder Boussole.

Die ablenkende Wirkung, welche der elektrische Strom auf die Magnetnadel ausübt, ist für die Telegraphie von der grössten Wichtigkeit, weil mit einer entsprechend construirten Vorrichtung nicht nur das Vorhandensein eines elektrischen Stromes sofort erkannt, sondern auch dessen Richtung und Stärke bestimmt werden kann. Die Grösse der Ablenkung hängt nämlich auch von der Stromstärke ab, und es kann daher umgekehrt von deren Grösse der Ablenkung auf die Stromstärke geschlossen werden.

Instrumente, welche nur dazu dienen, das Vorhandensein eines elektrischen Stromes anzuzeigen, bei welchen aber aus der Grösse der Nadelablenkung nur ein vergleichender Schluss auf die Stromstärke gezogen werden kann, ohne eine absolute Messung zu gestatten, nennt man Galvanoskope oder auch Boussolen. Eines der einfachsten Galvanoskope stellt Figur 38 dar. Innerhalb des mit einer Reihe von Windungen isolirten Drahtes belegten Holzrähmchens schwingt in einer verticalen Achse eine Magnetnadel. Unterhalb des Rähmchens befindet sich eine Gradscala, welche die Grösse der Ablenkung abzulesen gestattet. Die Nadel wird durch Drehung des ganzen Instrumentchens so eingestellt, dass der Nordpol derselben mit seiner Mitte auf den 0 Punkt der Scala einspielt. Durchläuft nun ein Strom die Drahtwindungen, so wird die Nadel nach rechts oder links abgelenkt. Aus der Richtung der Ablenkung kann die Stromrichtung bestimmt, aus der Grösse

der Ablenkung jedoch nur ein vergleichender Schluss auf die Stromstärke gezogen werden.

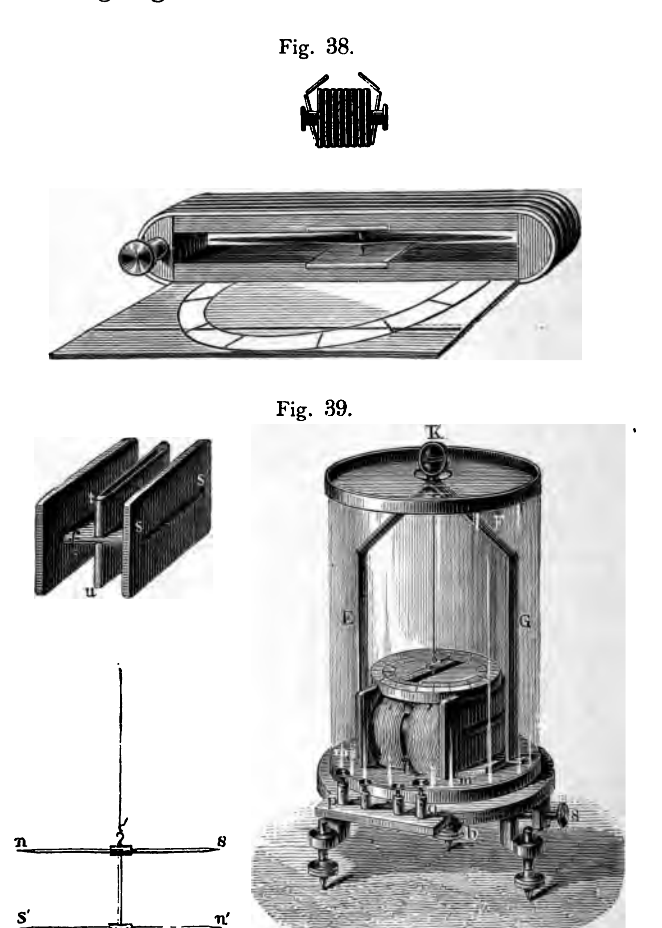


Fig. 38.

Fig. 39.

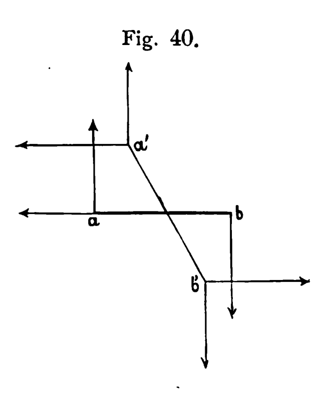
Zur directen absoluten Messung der Stromstärken eingerichtete Instrumente heisst man Galvanometer. Eine Form eines solchen Messinstrumentes ist in Figur 39 dargestellt. Hier sind zwei Magnetnadeln so übereinander gestellt und fest verbunden, dass sich je ein Nord- und Südpol gegenüber

stehen, wodurch die richtende Kraft der Erde, wenn die Pole gleich stark magnetisch wären, aufgehoben würde. Die Richtkraft der Erde soll aber, um das Instrument empfindlicher zu machen, nur geschwächt werden, weshalb die eine Nadel immer etwas stärker magnetisirt wird. Diese Magnetnadeln, astatische Nadeln genannt, sind nun an einem Coconfaden so aufgehängt, dass die untere Nadel innerhalb der Windungen des Multiplicators, die obere Nadel oberhalb desselben sich bewegt. Die obere Nadel bildet gleich den Zeiger, um die Grösse der Ablenkung an der am Multiplicatorrahmen befindlichen Scala ablesen zu können. Die ablenkende Wirkung des Stromes ist bezüglich der Richtung für beide Nadeln gleich, so dass sich dieselben in ihrer Bewegung unterstützen. Das ganze, sehr empfindliche Instrument wird zum Schutze mit einem Glassturze bedeckt, an dessen oberer Mitte auch der Coconfaden befestigt ist. An dem Fussgestell des Instrumentes sind mehrere Klemmen angebracht, um den Strom einzuleiten und auch aus dem Multiplicator eine Reihe von Windungen nach Bedarf ein- oder ausschalten zu können.

§ 50. Wirkungsweise des Galvanometers.

Um sich über die Art und Weise, in welcher das Galvanometer zur Messung der Stromstärken benützt werden kann, klar zu werden, muss man sich stets vorstellen, dass der elektrische Strom die Magnetnadel aus der Lage von Norden nach Süden um 90° zu drehen bestrebt ist, während der Erdmagnetismus die Nadel wieder in die normale Lage zurückzuführen trachtet. Es werden daher zwei entgegengesetzt wirkende Kräfte auf die Nadel einwirken. Die Nadel kann daher nur in jener Lage in Ruhe bleiben, in welcher sich diese beiden Kräfte das Gleichgewicht halten. Nun geht aber, wenn eine Kraft nicht senkrecht einwirkt, stets ein Theil derselben an dem Widerstande der

Fig. 40.



Achse verloren, und zwar um so mehr, je mehr sich der Winkel, unter welchem die Kraft einwirkt, dem Winkel von 0^0 oder 180^0 nähert. Stellen wir uns in Fig. 40 eine Magnetnadel *a b* vor, so wird dieselbe von dem Strome um 90^0 zu drehen gesucht, und kann der Angriffspunkt in der Senkrechten gedacht werden.

Der Erdmagnetismus sucht die Nadel festzuhalten. Hier wirkt die Kraft jedoch in der Horizontalen, daher geht selbe verloren. In der zweiten Lage $a^1 b^1$ wirken aber beide Kräfte unter einem Winkel auf die Nadel ein. Von der ablenkenden Kraft des Stromes geht ein Theil verloren, und zwar desto mehr, je mehr sich die Nadel der auf *a b* senkrechten Stellung nähert. In gleichem Maasse aber wächst auch die Richtkraft der Erde auf den Magnet, und es ist daher leicht einzusehen, dass, da mit der zunehmenden Drehung der Nadel die Drehkraft des Stromes immer mehr ab-, die Richtkraft der Erde dagegen zunimmt, die Grösse des Ablenkungswinkels nicht proportional der Stromstärke sein wird, somit auch keinen directen Maassstab für die Stromstärke abgeben kann, sondern dass dieselbe erst berechnet werden muss.

§ 51. Einwirkung des elektrischen Stromes auf weiches Eisen.

Führt man (Fig. 41) um einen Stab von weichem Eisen durch eine Reihe Windungen isolirten Leitungsdrahtes einen elektrischen Strom, so wird das Eisen kräftig magnetisch. Das eine Ende des Stabes wird ein magnetischer Nord-, das andere Ende ein magnetischer Südpol. Der Eisenstab verliert aber sofort wieder seinen Magnetismus, sobald die Einwirkung des elektrischen Stromes aufhört, beziehungsweise sobald der Strom unterbrochen wird. Eine derartige Vorrichtung wird ein *Elektromagnet*, und der auf diese Art und Weise erzeugte Magnetismus Elektromagnetismus genannt.

Um die Pole des Elektromagnetes zu bestimmen, gilt folgende Regel: Man denke sich in dem um den Eisenkern gewundenen Draht, in der Richtung des Stromes mit dem Kopfe nach vorne so schwimmend, dass das Gesicht stets dem Eisenkerne zugewendet ist, so wird sich der Nordpol stets zur linken Hand befinden. Bei

hufeisenförmigen Elektromagneten muss man sich dieselben stets gerade gestreckt denken.

Da es sich bei den Elektromagneten in den meisten Fällen nur darum handelt, dass sie ein Stück weiches Eisen, einen sogenannten Anker, möglichst kräftig anziehen, so gibt man denselben meistens die Hufeisenform (Fig. 42), wodurch beide Pole zur Ausnützung gelangen. Auch umwickelt man

Fig. 41.

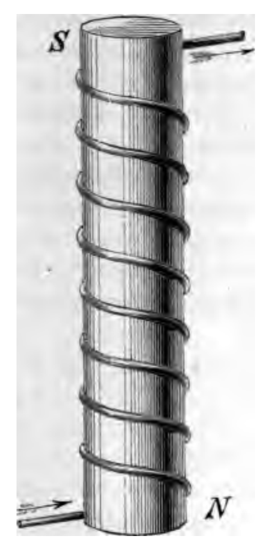
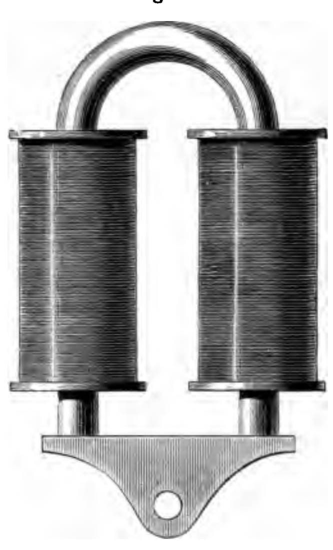


Fig. 42.



in der Regel die Schenkel des Hufeisens nicht direct mit dem isolirten Drahte, sondern windet denselben sorgfältig und möglichst parallel über Spulen von Holz oder Pappe, welche dünne Wandungen und vorspringende Ränder haben. Diese mit isolirtem Drahte umwickelten Spulen, welche auf die Eisenkerne geschoben werden, nennt man Magnetisirungsspiralen oder Multiplicationsspulen.

§ 52. Gesetze des Elektromagnetismus.

Die Stärke oder Intensität des in einem Eisenkerne hervorgerufenen Magnetismus steht in directem Verhältnisse

zu der Stromstärke und der Anzahl der Drahtwindungen in den Magnetisirungsspiralen, so dass der Magnetismus um so kräftiger auftritt, je grösser die Stromstärke und je grösser die Anzahl der Drahtwindungen ist.

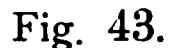
Sie hängt jedoch auch von der Entfernung der Drahtwindungen von dem Eisenkerne ab, und ist die Wirkung des Stromes um so kräftiger, je näher die Drahtwindungen an dem Eisenkern anliegen. Man kann daher die magnetisirend wirkende Kraft des Stromes durch eine ins Unendliche gehende Vermehrung der Anzahl der Drahtwindungen nicht vergrössern, indem die äusseren Drahtwindungen von dem Eisenkerne bereits so weit entfernt liegen werden, dass der in denselben circulirende elektrische Strom keine oder nur eine äusserst geringe Wirkung auf den Eisenkern ausüben wird.

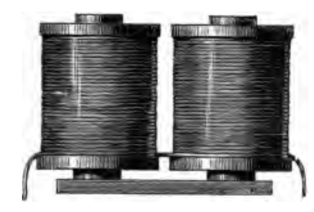
Der Magnetismus erreicht jedoch in jedem Eisenkerne nur ein ganz bestimmtes Maximum, welches nicht überschritten werden kann, und über welches hinaus die Verstärkung des Stromes oder die Vermehrung der Anzahl der Drahtwindungen ohne Einfluss bleibt. Hat ein Eisenkern dieses Maximum erreicht, so sagt man, er ist gesättigt.

Dieses Maximum ist proportional dem Querschnitte des Stabes.

§ 53. Construction der Elektromagnete.

Zu den Elektromagneten werden zumeist cylinderförmige, mitunter auch rechteckige Eisenstäbe verwendet, welche entweder hufeisenförmig gebogen oder auf eine eiserne Grundplatte (Fig. 43) aufgesetzt werden. Der Querschnitt der Eisenstäbe wird nach der Grösse des zu erzeugenden Magnetismus gewählt, und erhält sodann der Eisenstab am zweckmässigsten die elf- bis zwölffache Länge seines Durchmessers.


Fig. 43.



Die Magnetisirungsspiralen eines Elektromagnetes wirken nur dann am stärksten, wenn ihr eigener Leitungswiderstand gleich dem gesammten Widerstande des Stromkreises ausser-

halb der Spirale ist. Es muss also bei rationeller Construction derselben der Widerstand des Stromkreises in Berücksichtigung gezogen werden, und wird man daher, wenn der Widerstand ausserhalb der Spirale sehr gross ist, für die Drahtrolle einen Draht von grosser Länge und geringem Querschnitte, also einen sehr langen feinen Draht, dagegen bei geringem äusseren Widerstande nur einen kurzen dicken Draht verwenden.

§ 54. Remanenter Magnetismus.

Je reiner und weicher das zur Herstellung der Elektromagnete verwendete Eisen ist, desto rascher nimmt dasselbe den Magnetismus durch den elektrischen Strom an und desto rascher verliert es denselben, wenn der Strom unterbrochen wird. Es bleibt jedoch, wie die Erfahrung lehrt, nach einiger Zeit ein gewisser Grad von Magnetismus in dem Eisenkerne zurück, und verwandelt denselben sonach in einen constanten Magnet.

Diesen zurückbleibenden Magnetismus nennt man den remanenten Magnetismus.

Die Stärke des remanenten Magnetismus hängt von der Härte des verwendeten Eisens ab und ist um so grösser, je härter das Eisen ist, daher am grössten bei gehärtetem Stahle, bei welchem der gesammte, durch den elektrischen Strom erzeugte Magnetismus zurückbehalten werden kann und wodurch auch das Mittel geboten ist, die kräftigsten Stahlmagnete zu erzeugen (§ 8).

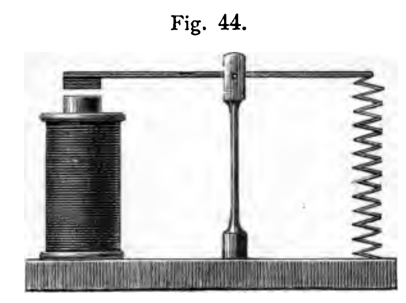
Für die elektromagnetischen Apparate ist jedoch der remanente Magnetismus von nachtheiligstem Einflusse und kann dieselben gänzlich unbrauchbar machen. Bei diesen, insbesondere den für die Telegraphie verwendeten Apparaten, wird den Elektromagneten in der Regel die Aufgabe zugewiesen, einen an einem doppelarmigen Hebel befestigten Anker anzuziehen und so lange festzuhalten, als der Strom circulirt. Eine an dem entgegengesetzten Arme des Hebels angebrachte Spiralfeder oder auch ein Uebergewicht soll den Anker abheben, sobald der Strom unterbrochen oder, gleichbedeutend, der Magnetismus in den Elektromagneten verschwunden ist. (Fig. 44.)

Es muss also der Magnetismus, um den Anker anziehen zu können, die Spannkraft der Feder, überwinden, während die Feder nur das geringe Uebergewicht des zweiten Hebelarmes abzuheben hat.

Ist jedoch in den Eisenkernen des Elektromagnetes remanenter Magnetismus vorhanden, so wird, wenn bei Aufhören des Stromes der Anker von demselben abgehoben werden soll, noch die anziehende Kraft des zurückgebliebenen Magnetismus überwunden werden und dementsprechend die Abreissfeder stärker gespannt werden müssen.

Nachdem aber die Anziehungskraft eines Magnetes im Verhältnisse des Quadrates der Entfernung abnimmt (§ 9), ist die Kraft, mit welcher der Anker vom Anfange an angezogen wird, bedeutend geringer als die Kraft, mit welcher derselbe an den Elektromagneten festgehalten wird. Diese geringere Kraft hat nun aber auch den vermehrten Widerstand der stärker gespannten Feder zu überwinden, und ist es leicht einzusehen, dass, wenn der remanente Magnetismus ein gewisses Maass überschreitet, eine Regulirung der Bewegung vermittelst der Feder nicht mehr möglich ist, weil bei einer Spannung der Feder, welche die Anziehung des an den Elektromagnet anliegenden Ankers durch den remanenten Magnetismus überwindet, die gesammte anziehende Kraft des Elektromagnetes nicht mehr hinreicht, die Gegenwirkung der Feder zu bemeistern, und umgekehrt, wenn die Feder so weit nachgelassen wird, dass der Elektromagnet den Anker anzuziehen vermag, deren Kraft zu gering wird, um der anziehenden Wirkung des remanenten Magnetismus gegenüber, den Anker abzureissen.

Fig. 44.



Der remanente Magnetismus bildet mit einen Grund für die Hauptregel bei der Regulirung der elektromagnetischen Apparate, dass der Anker nie direct auf den Eisenkernen der

Elektromagnete aufliegen darf, sondern immer in einiger Entfernung von denselben gehalten werden muss.

Um das Auftreten des remanenten Magnetismus in den Eisenkernen von vorneweg möglichst hintanzuhalten, ist es nothwendig, zur Herstellung derselben möglichst weiches, oder, da die Härte desselben von anderen chemischen Beimengungen, insbesondere aber Kohlenstoff, abhängt, möglichst reines, kohlenstofffreies Eisen zu verwenden.

Der remanente Magnetismus kann durch Wechsel der Stromrichtung in den Magnetisirungsspiralen beseitigt werden, indem hierdurch in den Eisenkernen entgegengesetzte Polarität hervorgerufen wird. Dieser Wechsel der Stromrichtung wird jedoch nur für kurze Zeit von Erfolg begleitet sein, da die Eisenkerne sehr bald remanenten Magnetismus entgegengesetzter Richtung annehmen werden.

Gründlich kann derselbe nur durch Ausglühen der Eisenkerne beseitigt werden, wobei jedoch auf möglichst langsames Abkühlen der Eisenkerne Bedacht genommen werden muss. Am besten werden die Eisenkerne in eine Lehmhülle geschlagen und mit diesem Beschlage in einem Holzkohlenfeuer ausgeglüht und in der Asche langsam abkühlen gelassen.

II.

Die Telegraphie.

A. Vorbegriffe.

§ 55. Begriff der Telegraphie.

Jede Vorrichtung, welche den Zweck hat, Nachrichten auf **weite Entfernungen,** durch sinnlich wahrnehmbare Zeichen **mit der grössten Beschleunigung** zu übertragen, wird **Telegraph oder Fernschreiber** genannt.

Die Art und Weise der Beförderung der Nachrichten selbst **heisst Telegraphie** oder **Fernschreibekunst.**

Je nach den Mitteln, welche zur Weiterverpflanzung der Nachrichten angewendet werden, und je nach der Art und Weise, in welcher dieselben zur sinnlichen Wahrnehmung gelangen, unterscheidet man optische, akustische, pneumatische (Luftdruck), hydraulische (Wasserdruck) und elektrische Telegraphen.

§ 56. Telegraphie und Signalisirung.

Wiewohl jede Vorrichtung, mit welcher Nachrichten auf weite Entfernungen hin rasch weiter befördert werden können, als Telegraph zu bezeichnen ist, so unterscheidet man doch zwischen Telegraphie und Signalisirung, und versteht unter Telegraphie im engeren Sinne des Wortes jene Art und Weise des Fernsprechens, welche die unbeschränkte Vermittelung jeder beliebigen Nachricht unbehindert gestattet, während bei der Signalisirung nur eine beschränkte Anzahl ein für allemal festgesetzter Begriffe ganz bestimmter Natur weiter befördert werden können, und bei derselben diese Begriffe in auffälliger und leicht verständlicher Weise durch Zeichen conventioneller Form (sogenannte Signale) zum Ausdrucke gebracht werden sollen.

Dementsprechend wird auch hier zwischen elektrischer Telegraphie und elektrischer Signalisirung unterschieden werden müssen.

§ 57. Princip des elektrischen Telegraphen.

Die ungeheuere Geschwindigkeit, mit welcher die Elektricität sich bewegt, die Leichtigkeit, mit welcher dieselbe auf weit grössere Entfernungen, als Licht und Schall wirken, ohne Rücksicht auf Terrainhindernisse weitergeleitet werden kann, somit die Unabhängigkeit von Ort und Zeit, liessen sehr bald den hohen Werth der Elektricität für die Telegraphie erkennen.

Allein die Versuche blieben und mussten so lange erfolglos bleiben, bis es nicht gelungen war, die Kraft des elektrischen Stromes in mechanische Arbeit umzusetzen. Daher war es erst die Entdeckung der Ablenkung der Magnetnadel durch den elektrischen Strom (§ 47), mit welcher die Aufgabe der elektrischen Kraftübertragung gelöst erscheint, welche

bahnbrechend für den elektrischen Telegraphen wirkte, und datirt erst von diesem Zeitpunkte dessen rapide Entwickelung und Verbreitung.

Doch erst die Erkenntniss der magnetisirenden Wirkung des elektrischen Stromes (§ 51) war es, welche den elektrischen Telegraphen auf die hohe Stufe der heutigen Entwickelung brachte und ihm jene Verwendbarkeit sicherte, für welche das den ganzen Erdball umspinnende Telegraphennetz das beste Zeugniss gibt. Es war hierdurch eben ein viel vollkommeneres Mittel zur Umwandlung der Kraft des Stromes in mechanische Arbeit gewonnen.

Der elektrische Telegraph beruht daher nur auf Umwandlung der elektromotorischen Kraft der Elektricitätsquelle (§ 26) in mechanische Arbeit. Um diese Kraftübertragung bewirken zu können, bedarf es im Principe folgender Vorrichtungen:

1. Einer Elektricitätsquelle (Batterie, Inductor).
2. Eines Apparates, in welchem die elektromotorische Kraft in mechanische Kraft (magnetische Anziehung) umgewandelt wird, und welche der Empfänger genannt wird.
3. Einer Vorrichtung, mittelst welcher die Umsetzung der elektromotorischen Kraft in Arbeitsleistung nach Belieben regulirt werden kann, den Zeichengeber.
4. Einer gutleitenden, nach aussen hin möglichst isolirten Verbindung der einzelnen Vorrichtungen unter einander, der Telegraphenleitung.

§ 58. Arbeits-, Ruhe- und Gegenstrom.

Mit Bezug auf die Anordnung der Elektricitätsquelle kann die Verbindung der einzelnen, zu einer vollständigen Telegrapheneinrichtung gehörigen Apparate eine verschiedene sein. Man unterscheidet hierbei folgende drei Systeme:

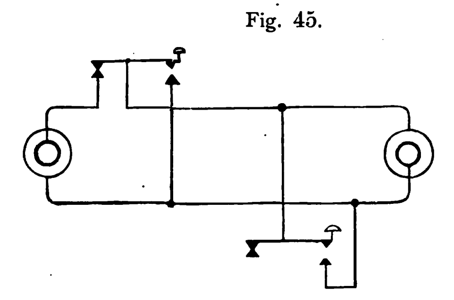
a) Das Arbeitsstromsystem. Bei diesem Systeme ist die Elektricitätsquelle in der Ruhelage der Apparate, d. h. wenn nicht telegraphirt wird, nicht in Thätigkeit und aus dem Stromkreise ausgeschaltet, und wird erst, wenn gearbeitet wird, durch den Zeichengeber dadurch in

Thätigkeit gesetzt, dass sie in den Stromkreis eingeschaltet wird. Die Zeichengebung erfolgt hier durch abwechselndes Ein- und Ausschalten der Elektricitätsquelle in den, beziehungsweise aus dem Stromkreise.

b) Das Ruhestromsystem. Entgegengesetzt dem Arbeitsstromsysteme ist bei diesem Systeme die Elektricitätsquelle im Ruhezustande in fortwährender Thätigkeit, und ist dieselbe daher direct in den Stromkreis eingeschaltet. Die Zeichengebung erfolgt durch abwechselndes Oeffnen und Schliessen des Stromkreises.

c) Das Gegenstromsystem. Dieses System beruht auf der Thatsache, dass zwei gleich starke, aber in entgegen-

Fig. 45.



gesetzter Richtung wirkende, in ein und denselben Stromkreis eingeschaltete Elektricitätsquellen sich in ihren Wirkungen gegenseitig aufheben. Es wird daher bei diesem Systeme, trotzdem dass die Elektricitätsquellen in den Schliessungskreis eingeschaltet sind, derselbe stromlos erscheinen. Die Zeichengebung erfolgt hierbei entweder durch abwechselnde Aus- und Einschaltung der einen Elektricitätsquelle, wodurch die andere allein zur Wirkung kommt, oder durch abwechselnde Theilung des früher ungetheilten Stromkreises in zwei Stromkreise und Herstellung des ungetheilten Stromkreises. Die Art und Weise, in welcher hierbei die Elektricitätsquellen zur Wirksamkeit gelangen, zeigt die schematische Darstellung Fig. 45.

§ 59. Telegraphiren mit Stromdifferenzen.

Für gewisse Zwecke handelt es sich darum, eine Telegraphenlinie gleichzeitig sowohl für die elektrische Signalisirung, als auch zur Vermittelung telegraphischer Correspondenzen auszunützen. Diese doppelte Verwendbarkeit der Telegraphenleitung wird dadurch ermöglicht, dass man die empfindlicheren Telegraphenapparate durch eine Verstärkung oder Schwächung des circulirenden Stromes zum Ansprechen bringt. Diese Stromvermehrung, beziehungsweise Stromverminderung, darf natürlich eine bestimmte Grenze nicht überschreiten, da sonst auch die gröber adjustirten, daher auch minder empfindlichen Signalapparate hierdurch beeinflusst werden könnten. Das Sprechen mit Stromvermehrung, welches in der Wirkungsweise dem Arbeitsstromsystem entspricht, wird durch Einschalten einer Batterie durch den Zeichengeber vermittelt, während beim Sprechen mittelst Stromverminderung dieselbe durch Einschalten eines künstlichen Widerstandes in die Telegraphenlinie hervorgerufen wird.

Denkt man sich eine von einem constanten Strome durchflossene Telegraphenleitung, in welche eine Serie von Signal- und Telegraphenapparaten eingeschaltet ist, und die Signalapparate so regulirt, dass die Anker durch den, von dem elektrischen Strome in den Elektromagneten hervorgerufenen Magnetismus festgehalten werden, die Abreissfedern der Telegraphenapparate (§ 54, Fig. 44) dagegen so stark angespannt, dass die Anker von den Elektromagneten abgerissen bleiben, so wird sich eine Anziehung dieser Anker nur dadurch erreichen lassen, dass der Magnetismus in den Elektromagneten durch Verstärken des elektrischen Stromes so weit vermehrt wird, dass er auch in den Telegraphenapparaten den grösseren Widerstand der Abreissfeder zu überwinden vermag. Sobald die Stromverstärkung, welche durch Einschalten einer Batterie mittelst des Zeichengebers hervorgerufen, aufhört, wird die Abreissfeder der Telegraphenapparate die Anker derselben von den Elektromagneten abreissen, während die Signalapparate in der Ruhelage verbleiben.

Sind die Telegraphenapparate jedoch so regulirt, dass der in der Leitung normal circulirende Strom zwar den Anker

an die Elektromagnete anzieht und an denselben festhält, eine bestimmte Verminderung desselben jedoch schon das Abreissen der Anker von den Elektromagneten herbeiführt, so werden, wenn mittelst des Zeichengebers abwechselnd ein künstlicher Widerstand in die Leitung ein-, beziehungsweise aus derselben geschaltet wird, die Telegraphenapparate ansprechen. Damit jedoch die in dieselbe Leitung eingeschalteten Signalapparate durch diese Stromverminderung nicht ebenfalls beeinflusst werden, ist es nothwendig, dieselben so zu reguliren, dass solche Stromdifferenzen, welche ein bestimmtes Maass nicht überschreiten dürfen, auf sie nicht einwirken können.

Das Telegraphiren durch Stromvermehrung findet sehr seltene, das durch Stromverminderung häufige Anwendung.

§ 60. Eintheilung der Telegraphenapparate.

Die als Empfänger verwendeten Telegraphenapparate zerfallen, je nachdem sie keine bleibenden Zeichen oder bleibende Zeichen hinterlassen, in zwei Hauptgruppen, von welchen die erste die sogenannten Nadel- und Zeigerapparate, die zweite die sogenannten Schreib- oder Drucktelegraphen-, die Typendruck- und Copirtelegraphenapparate umfasst.

Für Eisenbahnzwecke sind, da der Eisenbahndienst eine bleibende Aufschreibung der erhaltenen Mittheilungen erfordert, nur die in der zweiten Gruppe angeführten Apparate verwendbar, und sind es nur die Schreib- oder Drucktelegraphenapparate und unter diesen wieder speciell nur das unter dem Namen Morse bekannte Apparatsystem, welches allgemeine Anwendung gefunden hat.

B. Die galvanischen Elemente.

§ 61. Verwendete Elemente.

Als Elektricitätserzeuger werden für den Betrieb der elektrischen Telegraphen mit nur wenigen Ausnahmen ausschliesslich zu Batterien vereinigte galvanische Elemente verwendet.

Je nach Bedarf werden hierzu constante und inconstante Elemente in Gebrauch genommen (§ 25). Letztere werden in allen jenen Fällen, wo der Stromschluss nur während der Arbeit des Telegraphirens erfolgt und die Leitungskette im Ruhezustande stromlos ist (§ 58), also bei Einrichtung nach dem Arbeits- und Gegenstromsysteme (letzteres findet für die eigentliche Telegraphie oder Telegraphie im engeren Sinne des Wortes bisher keine Anwendung) aus dem Grunde bevorzugt, weil dieselben eine höhere elektromotorische Kraft (§ 26) als die brauchbaren constanten Elemente besitzen, und die schädliche Wirkung der Polarisation (§ 24) bei diesen Betriebssystemen nicht zur Geltung gelangen kann, indem der Stromschluss zumeist von so kurzer Dauer ist, dass überhaupt nur eine sehr geringe, kaum merkbare Polarisation auftritt, welche während der Ruhepausen sofort wieder verschwindet.

Für den Betrieb des Telegraphen nach dem System Ruhestrom, oder wie man auch sagt, mit Ruheströmen, ist dagegen die Verwendung constanter Elemente unerlässlich.

Die allgemeinst angewendeten constanten Elemente sind die Elemente von Daniell, Meidinger, Callaud und Kohlfürst.

Unter den inconstanten Elementen, welche für den Betrieb der Telegraphen verwendet werden, dominirt wegen seiner vielen Vorzüge das Element Leclanché, und hat dasselbe fast alle anderen inconstanten Elemente aus dem praktischen Gebrauche verdrängt.

§ 62. Chemischer Process in den Zink-Kupferelementen.

Die Zink-Kupferelemente, zu welchen die vier oben erwähnten Elemente zu rechnen sind, bezwecken, wie alle constanten Elemente, die Bildung freien Wasserstoffes und dessen Ansetzen an die elektronegative Elektrode (positiver Pol, § 21) zu verhindern. Als Elektroden werden Zink und Kupfer verwendet, und bildet das Zink der Spannungsreihe entsprechend die elektropositive oder auch die Lösungselektrode (§ 23), das Kupfer die elektronegative Elektrode.

Das zur Erzielung eines constanten elektrischen Stromes verwendete Kupfervitriol hat die doppelte Aufgabe zu er-

füllen, die zur Aufzehrung des Zinkes nöthige Quantität Schwefelsäure zu liefern und gleichzeitig den durch Wasserzersetzung frei werdenden Wasserstoff sofort im Entstehungsmomente zu binden.

Der chemische Process, auf welchem die Elektricitätserzeugung im Elemente beruht, lässt sich nun wie folgt erklären:

Tritt eine Lösung von Kupfervitriol mit metallischem Zinke in Berührung, so wird das Kupfervitriol, auch Kupfersulfat genannt, in seine Bestandtheile zersetzt, metallisches Kupfer wird niedergeschlagen und Schwefelsäure wird frei. Man hat nun folgende Stoffe im Elemente: Zink, Kupfer, freie Schwefelsäure und Kupfersulfat mit nachstehender chemischen Formel:

$$\overbrace{Zn}^{\text{Zink}} + \overbrace{H_2\,S\,O_4}^{\text{Schwefelsäure}} + \overbrace{Cu\,S\,O_4}^{\text{Kupfervitriol}}$$

Diese Stoffe setzen sich nun unter gleichzeitiger Elektricitätsentwicklung in folgende Verbindungen um:

$$\underbrace{Zn\,S\,O_4}_{\text{Zinkvitriol}} + \underbrace{H_2\,S\,O_4}_{\text{Schwefelsäure}} + \underbrace{Cu}_{\text{Kupfer}}$$

Man sieht daraus, dass das Vorhandensein freier Schwefelsäure für die Wirksamkeit des Elementes Bedingung ist, dass es aber an derselben so lange nicht fehlen wird, so lange Kupfervitriol im Elemente sich befindet. Die Wirkung des Elementes wird daher so lange eine constante sein, als noch Kupfervitriol im Elemente in Vorrath ist und Zink aufgelöst werden kann.

Da die Bildung freien Wasserstoffes gehindert ist, können in dem Elemente auch keine Polarisationserscheinungen auftreten. Die Löslichkeit des Zinkvitriols in Wasser bedingt es, dass das Zink stets rein bleibt und dem Zutritte der freien Schwefelsäure zum Zinke kein mechanisches Hinderniss geboten wird.

Würde die Verbindung von Zink mit Schwefelsäure im Wasser unlöslich sein, so würde, trotz Vorhandensein von Zink und Kupfervitriol, die chemische und somit auch elektromotorische Wirkung des Elementes bald aufhören, weil sich

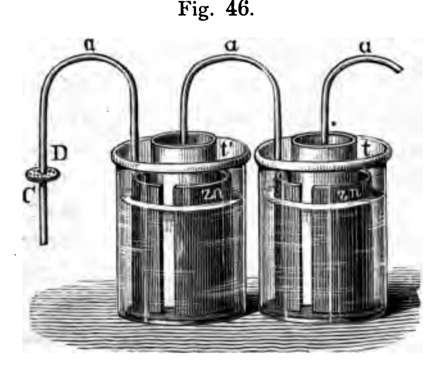
das Zink mit der unlöslichen Verbindung belegen und letztere den Zutritt der Schwefelsäure mechanisch hemmen und somit die Weiterentwicklung des chemischen Processes hindern würde.

Grundbedingung für alle galvanischen Elemente ist es daher, dass die Verbindung, welche die Lösungselektrode mit den Vorrathsstoffen des Elementes eingeht, in der Flüssigkeit des Elementes löslich sei.

§ 63. Das Daniell-Element.

(Fig. 46.) In das äussere Glasgefäss wird ein poröser Cylinder aus gebranntem Thone (Diaphragma) eingesetzt. Dieser Thoncylinder wird von einem, zumeist aus gewalztem Zink gebildeten Zinkcylinder *Zn* umgeben. Innerhalb des Thoncylinders wird der aus einem Kupfercylinder oder Kupferstreifen gebildete Kupferpol *C* eingestellt und ausserdem in denselben Kupfervitriol-Krystalle eingefüllt, während das äussere Glasgefäss mit Wasser gefüllt wird, so dass der Zinkcylinder im Wasser steht.

Fig. 46.



Die Verbindung der einzelnen Elemente unter einander erfolgt entweder in der Weise, dass sowohl von dem Zinkcylinder als auch dem Kupferpole ein Kupferstreifen hervorragt, an welchem eine Verbindungsklemme angenietet ist, in welche ein Stück Kupferdraht, und zwar so, dass derselbe stets den Zinkpol des einen Elementes mit dem Kupferpole des vorhergehenden Elementes verbindet, festgeklemmt ist, oder direct dadurch, wie dies in Fig. 46 dargestellt ist, dass der Kupferstreifen des einen Elementes an den Zinkstreifen des vorhergehenden Elementes direct angenietet wird. Letztere Verbindung ist die gebräuchlichere und vortheilhaftere, weil mangelhafte Verbindungen der Elemente untereinander, wie

solche bei Zusammenstellung der Batterien durch zu schwaches Anziehen der Klemmschrauben leicht vorkommen können, vermieden werden.

Bei der letzteren Verbindungsweise ist jedoch stets darauf zu achten, dass die Verbindungsstelle zwischen Zink und Kupfer nicht vom Wasser bedeckt wird.

Nach der im § 60 gegebenen Erklärung des chemischen Processes in den Zink-Kupferelementen lässt sich auch der Zweck des Diaphragmas (poröse Thonzelle) leicht erklären. Tritt eine Kupfervitriollösung direct mit metallischem Zink in Berührung, so wird das Kupfervitriol in seine Bestandtheile zerlegt, wobei sich metallisches Kupfer an dem Zink niederschlägt und schwefelsaures Zinkoxyd bildet, welches sich in dem Wasser löst, es würde daher, da bei diesem Processe keine Elektricität frei wird, wenn dem directen Zutritte der Kupfervitriollösung zum Zink kein Hinderniss geboten wird, unnütz Material verzehrt werden und ausserdem sehr bald eine Schwächung der elektromotorischen Wirkung des Elementes eintreten.

Der Thoncylinder hemmt nun, wiewohl die Kupfervitriollösung durch dessen Poren heraustreten und zum Zink gelangen kann, die directe Berührung um ein Bedeutendes, und er ist es, welcher die lange Constanz des Elementes und die Verminderung des Materialconsums des Elementes bewirkt.

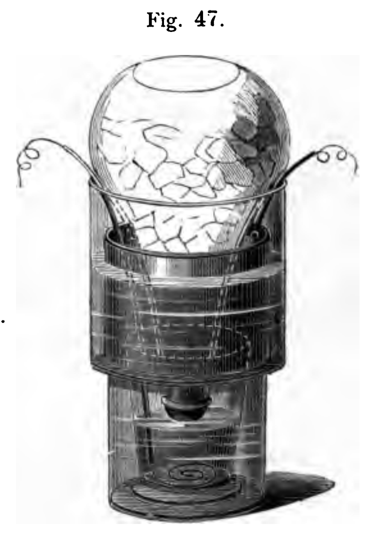
Die Verwendung der Thonzellen bringt aber auch viele Nachtheile mit sich. Betrachtet man die Thonzelle eines Daniell-Elementes, welches durch längere Zeit Dienste geleistet hat, so findet man, dass dieselbe mit braunen Linien durchzogen ist, welche von ausgeschiedenem Kupfer herrühren. Diese Ansätze von Kupfer können so weit gehen, dass eine directe Verbindung zwischen dem Zink und Kupfer des Elementes entsteht und dasselbe hierdurch ausser Wirksamkeit tritt. Anderseits werden die Thonzellen durch die Kupferansätze bald brüchig und gehen schnell zu Grunde. Ein dritter Nachtheil dieser Zellen ist es, dass der Fassungsraum für das Kupfervitriol ein sehr kleiner ist und eine häufige Neu-, beziehungsweise Nachfüllung der Elemente bedingt.

Dass der Verbrauch an Zink- und Kupfervitriol, welcher bei directer Berührung derselben entsteht, durch die Thonzelle nicht ganz verhindert wird, ist einleuchtend. Dieser Materialverbrauch ist, da durch denselben keine Elektricität geliefert wird, ein offenbarer Verlust, lässt sich aber in keiner Weise vollständig hintanhalten. Man nennt diesen Materialverbrauch den Nebenconsum des Elementes, und schwankt derselbe zwischen 10—25 % des insgesammt verbrauchten Materiales.

§ 64. Das Meidinger-Ballonelement.

Das Meidinger-Ballonelement (Fig. 47) besteht aus einem im unteren Drittel verengten äusseren Glase, auf dessen Boden ein zweites kleineres Glasgefäss, welches etwas über die Verengung reicht, eingesetzt wird. In das kleine Glas wird die negative Elektrode eingesetzt. Dieselbe besteht aus einer Bleiplatte oder einem Kupferstreifen, beziehungsweise einem spiralförmig gerollten Kupferdrahte, und ist deren Ableitung vom Rande des kleinen Gefässes bis zum Austritte aus dem Elemente sorgfältig isolirt. Auf dem durch die Verengung des Glasgefässes entstehenden Absatze wird der Zinkcylinder, dessen Ableitung nach Aussen ebenfalls isolirt ist, eingestellt. Das Kupfervitriol wird in einen birnenförmigen Glasballon eingefüllt, derselbe sodann durch einen durchlöcherten Korkpfropfen verschlossen und verkehrt auf das Element aufgesetzt. Durch die Oeffnung des Korkpfropfens ist ein Federkiel oder ein Stückchen Glasröhre hindurchgesteckt. Zwei sich gegenüberstehende seitliche Einbüge in dem Glasballon gestatten den von den beiden Batteriepolen führenden isolirten Ableitungsdrähten den Aus-

Fig. 47.



tritt aus dem Elemente. Das äussere Glasgefäss wird bis etwas über zwei Drittel der Höhe des Zinkcylinders mit reinem Wasser angefüllt, welchem, um die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit zu erhöhen, zuweilen etwas Schwefelsäure, Bittersalz oder auch nur etwas Zinkvitriollösung zugesetzt wird. Die Wirkung dieses Elementes lässt sich nun leicht erklären. Das Wasser dringt durch das Glasröhrchen des den Ballon verchliessenden Korkpfropfens in den Ballon ein, löst das Kupfervitriol, dessen Lösung nun, specifisch schwerer als das Wasser, in das kleine Glasgefäss zu der negativen Elektrode herabsinkt und den chemischen Process in Gang bringt. So lange die Flüssigkeit im kleinen Glasgefässe concentrirt ist, so lange wird aus dem Ballon keine weitere Kupfervitriollösung heraustreten. Mit Eintritt der durch die Zersetzung des Vitriols entstehenden Verdünnung tritt wieder gelöstes Vitriol nach und es wird dem Elemente aus dem Ballon, welcher die Vorrathskammer bildet, stets neues Material nach Massgabe des Bedarfes zugeführt.

Das Element hat, da der Ballon eine grosse Menge Kupfervitriol zu fassen vermag, eine sehr lange Dauer, indem es so lange einen constanten Strom abgibt, als noch Vitriol im Ballon vorhanden und das Zink nicht vollständig aufgelöst ist, oder die sich im Laufe des Processes bildende Zinkvitriollösung nicht bereits so concentrirt ist, dass sie kein neues Salz mehr zu lösen vermag.

Da Kupfervitriollösung specifisch schwerer ist, als reines Wasser oder Zinkvitriollösung, so wird eine Vermengung derselben und directer Zutritt des Kupfervitriols an das Zink verlangsamt, und ist dieses Element, da auch die Menge der vorhandenen Kupfervitriollösung eigentlich eine geringe ist, indem der Nachschub aus dem Reservoir nur langsam und successive erfolgt, auch noch zu den ökonomischen Elementen zu rechnen.

Ein directer Zutritt des Kupfervitriols an das Zink kann hier ebensowenig wie bei allen anderen Elementen, schon den Diffusionsgesetzen nach, nicht beseitigt werden, wie sich dies auch bei jedem, längere Zeit in Thätigkeit gebliebenen Elemente durch die Ansätze von Kupferschwamm an dem Zinkcylinder leicht erweisen lässt.

Der Nebenconsum ist bei diesem Elemente grösser, als bei dem Elemente Daniell, doch wird dieser Nachtheil durch die lange Dauer des Elementes, sowie dadurch, dass man die Menge des noch vorhandenen Kupfervitriols stets controliren kann und überhaupt in das Element einen steten Einblick hat, mehr als aufgewogen, und sind es diese Vortheile, welche dem Elemente die grosse Verbreitung schafften.

Die Verwendung von Blei an Stelle des Kupfers als elektronegative Elektrode gewährt den Vortheil, dass sich das ansetzende metallische Kupfer durch Biegen der Elektrode leicht entfernen lässt. Die anfänglich geringere Spannungsdifferenz zwischen Zink und Blei (§ 19) wird durch das ausscheidende Kupfer bald ausgeglichen.

§ 65. Das Callaud-Element.

In den oberen Rand des Glasgefässes (Fig. 48) wird vermittelst dreier angenieteter oder auch angegossener Winkel der Zinkcylinder in der Regel nicht ganz bis in die Hälfte des Glases hineinreichend eingehängt. Die negative Elektrode bildet ein zu einem Cylinder von 3—4 cm Höhe zusammengebogener Kupferstreifen mit angenietetem und oberhalb des Streifens wohl isolirtem Ableitungsdrahte. Anfänglich wurde die Füllung in der Weise vorgenommen, dass nur Kupfervitriollösung und nicht Kupfervitriolkrystalle verwendet wurden. Die schwierige Manipulation des Füllens liess es späterhin zweckmässig erscheinen, direct Kupfervitriolkrystalle in das Element einzuführen, und erfolgt nun die Füllung des Elementes derart, dass, nachdem das Kupfervitriol hineingegeben und die beiden Elektroden eingesetzt sind, reines Wasser bis etwa 2 cm vom oberen Rande des Zinkcylinders eingegossen und hierauf vorsichtig, damit sie nicht zu rasch zu Boden sinke, etwas Zinkvitriollösung zugesetzt wird. Dieser Zusatz von Zinkvitriol bezweckt, die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit zu erhöhen und das Element baldigst auf den Höhepunkt seiner Wirksamkeit zu bringen.

Die in Oesterreich gebräuchlichen Elemente nach dem Systeme Callaud weichen in ihrer Form vielfach von dem eben beschriebenen Elemente ab.

Figur 49 zeigt ein derartiges Element mit eingekerbtem Glase, dessen unter der Kerbe befindlicher Hohlraum zur Aufnahme des Kupfervitriols dient. Als negative Elektrode wird hier ein Kupferstreifen verwendet, welcher vom untern Rande der Kerbe bis zum Austritte aus dem Gefässe entweder durch einen Anstrich von Asphaltlack oder durch eine Kautschukumhüllung isolirt wird. Der Zinkcylinder wird direct auf den oberen Rand der Kerbe aufgesetzt. In der Regel ist der Zinkpol des einen Elementes mit dem Kupferpole des andern Elementes direct durch Nietung verbunden.

Diese Form des Elementes ist, weil die Einkerbung den

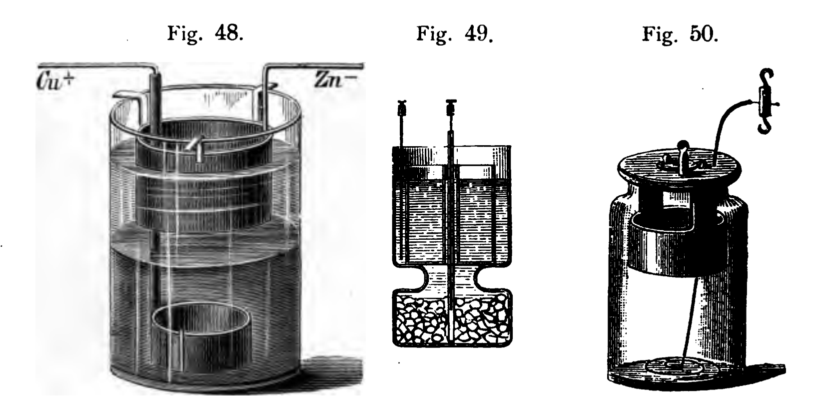


Fig. 48. Fig. 49. Fig. 50.

Zutritt des Kupfervitriols zum Zink verlangsamt und somit der Nebenconsum verringert wird, zweckmässiger.

Eine dritte, ebenfalls sehr gebräuchliche Form des Callaud-Elementes zeigt Figur 50. Hier ist das Element mit einem Deckel verschlossen und der Zinkcylinder direct an demselben befestigt. Der Kupferpol wird aus einem isolirten Draht gebildet, dessen unterer, von der isolirenden Hülle befreiter Theil zu einer Spirale aufgewunden ist. Durch eine kleine Oeffnung im Verschlussdeckel findet derselbe seinen Austritt aus dem Elemente.

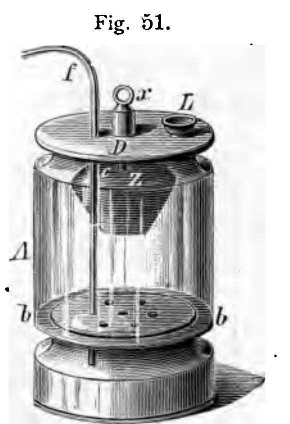
Eine in der Mitte des Verschlussdeckels angebrachte, in einer Charniere bewegliche Klappe gestattet das Nachfüllen von Kupfervitriol.

Die bequeme Handhabung dieses Elementes, sowie der Umstand, dass man alle Vorgänge im Elemente genau beobachten kann, lassen dessen grosse Verbreitung erklären, trotzdem es in Bezug auf Materialconsum in die weniger ökonomischen Elemente einreiht.

§ 66. Das Kohlfürst-Element.

Das äussere Glas *A* dieses Elementes (Fig. 51) ist eingekerbt, und dient der Raum unterhalb der Kerbe zur Aufnahme der Kupfervitriolkrystalle und des positiven Poles, welcher aus einem S förmig gebogenen Stück Bleiblech besteht. Auf den Rand der Einkerbung wird eine aus unglasirtem Thon bestehende, mehrfach durchlöcherte Platte *b b* aufgesetzt. Das ganze Element ist mit einem gusseisernen Deckel *D* verschlossen, welcher gleichzeitig den an einen Messingstift angeschraubten kegelförmigen Zinkblock *Z* trägt. Die Trichteröffnung *L* im Deckel dient zum Ein- und Nachfüllen der Flüssigkeit. Um das Auswittern der Salze zu verhindern, wird der Rand des Glasgefässes vor Aufsetzen des Deckels mit einer dicken Gummilösung bestrichen.

Fig. 51.



Gefüllt wird dieses Element ebenso, wie das Element Callaud.

Der Nebenconsum dieses Elementes ist ein sehr geringer, da erstens die Entfernung zwischen Kupfervitriol und Zink an und für sich schon eine bedeutende ist und sowohl die Einkerbung, als auch das aufgesetzte unvollständige Diaphragma das Aufsteigen der Kupfervitriollösung zum Zink noch mehr hindert. Auch dieses Element gestattet eine genaue Beobachtung der im Inneren desselben sich abspielenden Vorgänge und vereinigt demnach mit Glück die Vorzüge der Elemente von Daniell und Callaud, ohne deren Nachtheile zu besitzen.

§ 67. Das Leclanché-Element

besteht (Fig. 52) aus einem viereckigen Gefässe mit rundem Halse, der eine schnabelförmige Ausbiegung hat. In dieses Glas wird der negative Pol, aus einem gegossenen Zinkstabe bestehend, so eingesetzt, dass er aus der Ausbiegung des Halses hervorsteht. Die in die Rundung des Halses einpassende Thonzelle wird mit einem Gemenge von körnigem Braunstein und kleinen Stücken Retortenkohle angefüllt, und in dieselbe der positive Pol, ein rechteckiger Stab von Retortenkohle, so eingesteckt, dass derselbe über das Element herausragt. Die Zelle, welche auch häufig, behufs leichterer Circulation der Flüssigkeit, mit einem oder zwei seitlichen Löchern versehen ist, wird, um die Kohlen- und Braunsteinstücke am Herausfallen zu hindern, nach oben mit geschmolzenem Peche vergossen. An den Zinkstab ist ein Kupferdraht angelöthet, um die Verbindung mit dem nächsten Elemente herstellen zu können. Die Kohle trägt eine Klemme zur Aufnahme des Verbindungsdrahtes. Diese Klemme wird entweder mit Klemmschraube oder durch Bleiguss mit der Kohle verbunden.

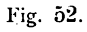


Fig. 52.



Als Flüssigkeit wird eine Lösung von Salmiak oder Chlorammonium in Wasser verwendet, welche bei möglichster Concentration das Glasgefäss nicht bis über die Hälfte anfüllen soll.

Die elektromotorische Kraft des Elementes beträgt 1·38 Daniell oder ungefähr 1·5 Volt.

Dieses Element ist von verhältnissmässig sehr langer Dauer, da es nur dann Material verbraucht, beziehungsweise Zink löst, wenn es wirklich arbeitet, und ist der Nebenconsum desselben somit gleich Null zu setzen.

Doch eignet es sich nur für Arbeitsstrom, weil, wenn es nur einige Zeit in constantem Schlusse steht, es sich sehr bald

polarisirt und seine Wirksamkeit einstellt, und anderseits, der verhältnissmässig grossen elektromotorischen Kraft entsprechend, bedeutende Quantitäten Material consumirt.

Von Vortheil ist es, wenn der Zinkpol amalgamirt, das heisst mit einem Ueberzuge von Quecksilber, welches sich mit dem Zinke sofort zu einer Metalllegirung, dem sogenannten Amalgam, verbindet, versehen wird, weil hierdurch die Abnützung des Zinkcylinders möglichst gleichförmig wird und sich auch nicht so leicht Salzkrystalle, welche die Wirkung des Elementes schwächen, an demselben ansetzen können.

Der verwendete Braunstein oder das Manganhyperoxyd muss rein sein, und verwendet man am besten das unter dem Namen »Pyrolusit« bekannte Mineral, welches, nachdem es von dem beigemengten Gesteine befreit ist, mit gleichen Theilen grob gestossener Retortenkohle gemengt wird.

Der verwendete Salmiak soll eben so wie das Zink möglichst rein und insbesondere bleifrei sein, weil das Vorhandensein von Bleisalzen einen nicht unbedeutenden Nebenconsum herbeiführen kann.

Die Wirksamkeit dieses Elementes wird erhöht, wenn die Kohlenkörner möglichst fest an die Elektrode, den Kohlenstab, angepresst werden. Um eine möglichst feste Pressung zu erhalten, wird nun bei den neueren, bereits vielfach verwendeten Elementen dieser Art, den sogenannten Briquet-Elementen, der Thoncylinder, welcher keinen andern Zweck hat, als das Auseinanderfallen der Kohlen und Braunsteinkörper zu hindern, weggelassen und die Mischung von Kohle und Braunstein unter hohem Drucke an die Kohlenelektrode, welcher hier zumeist eine cylinderförmige Form gegeben ist, angepresst. Um der Mischung einen Halt zu geben, wird derselben Gummilackharz beigegeben.

Die Zinkelektrode wird durch ein Holzklötzchen von der Kohle getrennt, an dieser mittelst Gummiringen festgehalten. Der ganze Briquetkörper sammt Zinkcylinder wird in das bereits beschriebene Glasgefäss eingestellt und dasselbe hierauf wieder bis etwa zur Hälfte mit concentrirter Salmiaklösung angefüllt. In Fig. 53 ist ein solcher Briquetkörper älterer Form dargestellt.

Bei den Briquetelementen neuerer Form (Fig. 54) wird die Kohle nicht mehr direct mit der Mischung von Kohle, Braunstein und Gummilackharz umpresst, sondern es werden aus dieser Mischung Platten geformt und mittelst Gummiringen an die Kohlenelektrode befestigt.

Die chemische Wirkung des Leclanché-Elementes ist noch nicht recht aufgeklärt und man kennt nur die Endproducte. Der Braunstein hat den Zweck, das sich bildende Wasserstoffgas, welches sich an die Kohlenelektrode ansetzt, durch Abgabe eines Theiles seines Sauerstoffes in Wasser

Fig. 53.

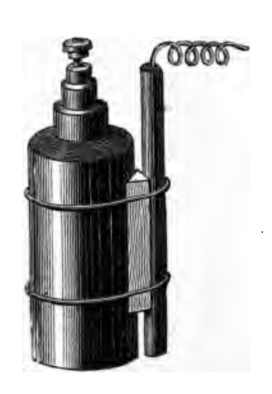
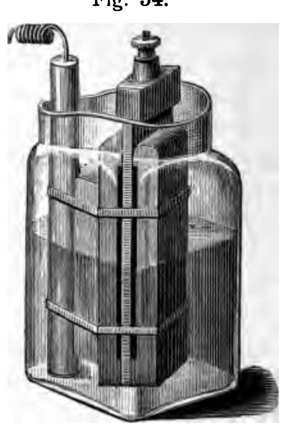


Fig. 54.



umzuwandeln, doch erfolgt die depolarisirende Wirkung des Braunsteines verhältnissmässig langsam, und erklärt sich daraus, dass das Element, wenn es bei geringem äusseren Widerstande längere Zeit in Schluss gestanden ist, seine Wirkung rasch verliert, sich aber nach kurzer Zeit der Ruhe wieder erholt.

C. Die Telegraphenleitungen.

§ 68. Begriff der Leitungen.

Soll die Elektricität von einem Punkte zu einem bestimmten andern Punkte geleitet und deren Wirkung dortselbst ausgenützt werden, so ist es nothwendig, dass diese

beiden Punkte gut leitend mit einander verbunden werden, wobei es jedoch Bedingung ist, dass der Elektricität kein anderer Abweg und Rückfluss zum Ausgangspunkte gegeben wird und dass die leitende Verbindung so hergestellt ist, dass durch selbe der Stromkreis geschlossen wird. Um einen Abfluss der Elektricität zu verhindern, muss der leitende Körper mit schlechten Leitern oder sogenannten Isolatoren umgeben werden.

Die Herstellung eines geschlossenen Stromkreises bedingt eine ununterbrochene leitende Verbindung zwischen den beiden Batteriepolen, und wären demnach die vielen Drahtwindungen der Magnetisirungsspiralen, welche der Strom, um eine mechanische Wirkung in den Apparaten hervorzubringen, durchlaufen muss, ebenfalls als integrirender Bestandtheil der Leitung aufzufassen. In der Regel wird jedoch unter Telegraphenleitung nur die Verbindung der beiden oder auch mehrerer Telegraphenstationen unter einander bis zu den Apparaten verstanden.

Man unterscheidet zwischen oberirdischen und unterirdischen Leitungen, das heisst solchen, welche offen und frei längs geeigneter Stützen geführt, oder solchen, welche in unterirdischen Canälen, wohl isolirt und eingebettet, geführt werden.

Für den Telegraphenbetrieb der Eisenbahnen werden fast ausnahmslos oberirdische Telegraphenleitungen verwendet.

Jede Telegraphenleitung besteht aus folgenden Theilen:

a) der Erdleitung,

b) der Aussen- oder eigentlichen Leitung, auch Luftleitung genannt,

c) der Einführung, das ist der Verbindung der Aussenleitung mit der Bureauleitung, und endlich

d) aus der Bureauleitung.

§ 69. Erdleitungen.

Durch die Möglichkeit, die Erde als Leiter verwenden zu können, wurden ganz ausserordentliche Vortheile gewonnen, indem nicht nur die sonst erforderliche zweite Leitung gänzlich erspart, sondern auch, da der Widerstand

der Erdleitungen im Verhältnisse zu dem Widerstande der zweiten Leitung sehr gering ist, an Stromstärke gewonnen wird. Es kann daher, da für den Betrieb des Telegraphen eine bestimmte Stromstärke erforderlich ist, welche nach dem Ohm'schen Gesetze (§ 29) mit von dem Leitungswiderstande abhängt, auch mit geringerem Aufwande an Batterien gearbeitet werden.

Wenn nun auch der Widerstand der Erde gleich Null zu betrachten ist, so wird dennoch dem Uebergange des Stromes von der Erdleitung in die Erde ein ganz bestimmter Widerstand entgegengesetzt, welcher um so geringer wird, je inniger die Verbindung zwischen Erde und Leiter und je grösser die Anzahl der Berührungspunkte zwischen denselben oder je grösser die Oberfläche des Leiters ist.

Man muss daher trachten, diesen Widerstand, welcher oft ein beträchtlicher werden kann, durch äusserst sorgfältige Anlage der Erdleitungen möglichst zu verringern und auch jede Variation dieses Widerstandes, welche beispielsweise, wenn der Boden abwechselnd feucht und trocken ist, sehr bedeutend werden kann, zu verhindern suchen.

Zur Anlage der Erdleitungen verwendet man in der Regel Metallplatten von 1—4 qm Oberfläche, welche mit einer Stange, welche über die Erdoberfläche hinausreicht, verbunden ist. Diese Platten werden nun so tief in das Erdreich versenkt, dass sie womöglich an den Grundwasserspiegel reichen, um den Contact mit dem feuchten Erdreiche zu erzielen und sie auch vor dem sogenannten Ausfrieren zu sichern.

Zur Erreichung eines innigeren Contactes wird ausserdem humusreiches Erdreich fest an die Platte gestampft und hierauf die Grube geschlossen.

Als Metalle zur Herstellung der Erdplatten verwendet man Kupfer, Eisen und in neuerer Zeit auch Blei, welches, da es chemischen Einflüssen wenig unterliegt, lange Dauer verspricht.

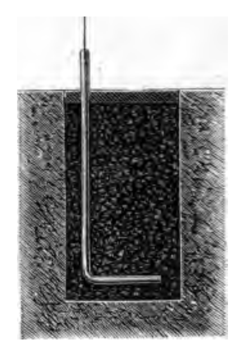
Die Verbindung mit den Drähten der Telegraphenleitung soll stets ober der Erdfläche erfolgen, weil diese Drähte gerade am Uebergangspunkte von der Luft zur Erde sehr bald

oxydiren und zu Grunde gehen. Zu diesem Zwecke ist die über die Erde reichende Stange der Erdplatte mit einer Klemmschraube versehen, in welche der Zuleitungsdraht festgeklemmt wird. Ausserdem soll dieser Draht zur weiteren Sicherung der leitenden Verbindung noch an die Stange festgelöthet werden.

Unvortheilhaft ist es, den Zuleitungsdraht direct an die Mauern zu befestigen, weil er leicht oxydirt und ebenfalls bald zu Grunde gehen wird, er soll deshalb bis zur Erdleitung möglichst isolirt geführt werden.

Die Herstellung einer guten Erdleitung ist oft mit bedeutenden Schwierigkeiten verknüpft, da geeignetes feuchtes Erdreich nicht immer gefunden werden kann und man, um auf den Grundwasserspiegel zu kommen, häufig auch zu tief hinabgehen müsste.

Fig. 55.



Eine für solche Fälle sehr zweckmässige Anlage der Erdleitung (Fig. 55) besteht darin, dass man das Erdreich auf eine Tiefe von zwei Metern aushebt und in der so entstandenen Grube von circa $1^1/_2$ qm Querschnitt vorerst die Bodenfläche mit einer circa 10 cm hohen Schicht kleiner Coaksstücke, welche vorher befeuchtet wurden, bedeckt und diese feststampft. Hierauf versenkt man in die Grube ein Bleirohr, so dass es circa 30 cm über den Boden hervorragt, und füllt die Grube, unter fortwährendem Begiessen und Stampfen derselben, beinahe bis zum Rande mit Coaksstückchen an. Der Rest der Grube wird mit humusreichem Erdreiche bedeckt. Der Zuleitungsdraht wird direct in das Bleirohr eingelöthet.

Für sehr kurze Leitungen mit geringem Widerstande, wie solche für gewisse Signalisirungszwecke benöthigt werden, ist es, da die Erdleitungen trotz guter Anlage einen immerhin noch beträchtlichen Widerstand haben, zweckmässig, metallische Rückleitungen zu verwenden.

§ 70. Die Luftleitungen.

Die Luft- oder oberirdischen Telegraphenleitungen bestehen aus folgenden wesentlichen Bestandtheilen: Dem Leitungsdraht, den Trägern oder Stützen desselben, den Isolatoren und den Isolatorenträgern.

Als Leitungsmaterial wird in der Regel verwendet:

Für die offene oder Hauptleitung verzinkter oder auch blos in Oel gesottener Eisendraht von 5 mm Durchmesser.

Für die Zuleitungen von der Hauptleitung bis zum Einführungsträger verzinkter oder in Oel gesottener Eisendraht von 3 mm Durchmesser.

Für die Durchführung der Leitungen vom Einführungsträger durch die Mauern in die Bureaulocalitäten, sogenannte Hooper- oder Gummidrähte, das sind Kupferdrähte von 0·8—2 mm Durchmesser, welche mit einem isolirenden Ueberzuge von Guttapercha, welcher ausserdem mit asphaltirtem Hanf oder sonst gut imprägnirter Pflanzenfaser umwickelt oder besponnen ist, versehen werden.

Reine Guttaperchadrähte, das sind solche, welche nur mit einem Ueberzuge von Guttapercha isolirt sind, eignen sich für die Zwecke der Einführung nicht, da selbe unter dem Einflusse der Sonne rissig und spröde werden und leicht abbröckeln.

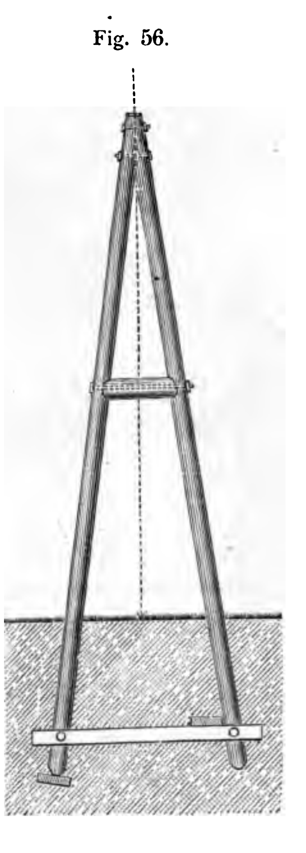
Für die Führung der Leitungen innerhalb der Bureaux werden ebenfalls isolirte Drähte, und zwar sogenannte Wachsdrähte, das sind mit Baumwolle umsponnene Kupferdrähte, welche nachträglich in Wachs, Paraffin oder Ceresin (Erdwachs) getränkt werden.

Zur Unterstützung der oberirdisch geführten Leitungsdrähte dienen in der Regel hölzerne Säulen. Eiserne Säulen werden nur selten und ungerne, daher nur dort verwendet, wo, wie dies in grösseren Städten der Fall ist, auf eine gefällige äussere Form der Leitungsstützen Bedacht genommen werden muss.

Zu den hölzernen Säulen verwendet man die verschiedensten Holzgattungen, hauptsächlich aber die Kiefer und die Lärche. Die Länge der Säulen schwankt, je nach der Anzahl der Drähte, welche an derselben befestigt werden sollen, und je nach der Situation, zwischen 7—11 Meter.

Die Stangen, welche aus einem ganz geraden, vollkommen gesunden und lufttrockenen Stamme bestehen sollen, werden, nachdem sie abgeschält und an den Aststellen glatt behobelt sind, gewöhnlich imprägnirt, d. h. der zwischen den Fasern befindliche Pflanzensaft wird durch kreosothaltiges Theeröl, Zinkchlorid oder Kupfervitriol ersetzt. Hierdurch werden die Säulen gegen die Fäulniss widerstandsfähiger gemacht und dauern 12—15, unter besonders günstigen Umständen sogar bis zu 20 Jahren aus.

Fig. 56.



Zur Verhinderung des Eindringens von Wasser am Zopfende, d. h. dem oberen Theile des Stammes, wird derselbe schräg abgeschnitten oder kegelförmig zugestutzt und die Schnittfläche mit einem Oelanstriche versehen.

Für zahlreich neben einander laufende Leitungen werden als Leitungsstützen sogenannte Doppelsäulen (Fig. 56) verwendet.

Zur Führung der Leitungen an Felswänden, Mauern, Gebäuden und Brücken, also überall dort, wo die Aufstellung von Säulen nicht ausführbar ist, dienen die sogenannten Mauerbügel, welche zumeist ganz aus Eisen hergestellt werden. (Fig. 57 und 58.)

Die directe Befestigung der Leitungsdrähte an die Telegraphensäulen ist, da dieselben insbesondere bei nasser Witterung noch zu gute Leiter sind und zu Stromverzweigungen (§ 35) führen, nicht möglich. Es müssen die Leitungsdrähte ihrer ganzen Länge nach mit einem schlechten Leiter umgeben oder isolirt werden. Luft ist an und für sich schon ein schlechter Leiter und wirkt als Isolator, es bedarf demnach

nur einer Isolation an den Befestigungspunkten. Diese Isolirung wird durch Porzellanglocken, welche auf eiserne Träger, Winkelträger genannt (Fig. 59, 60, 61), aufgegypst werden, bewerkstelligt.

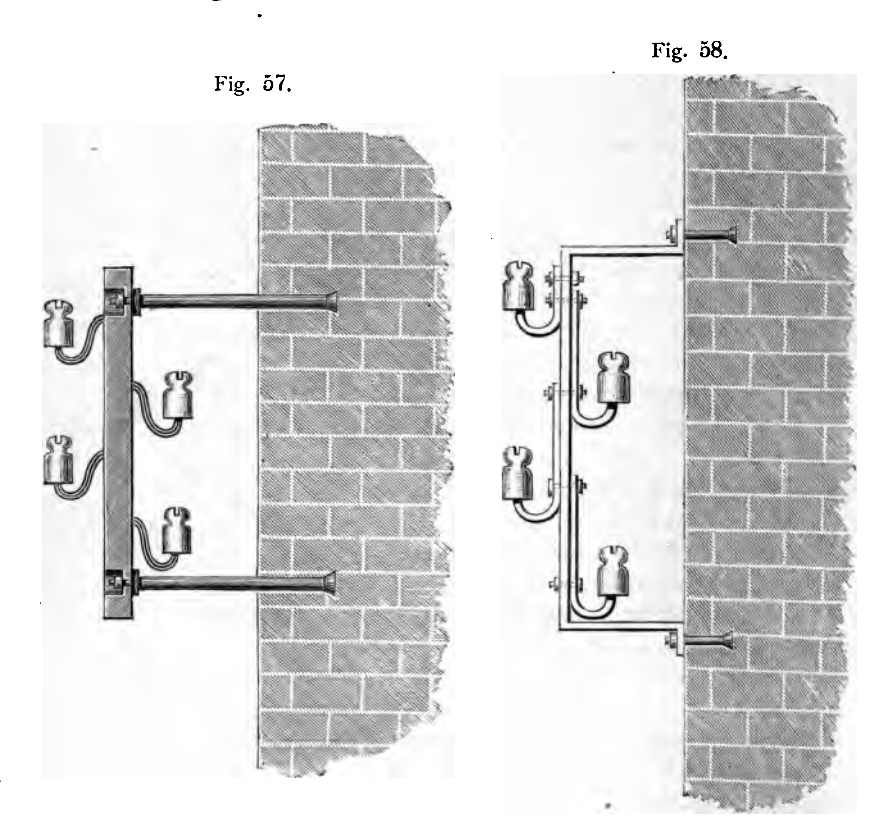


Fig. 57. Fig. 58.

Die Porzellanglocken, oder auch kurzweg Isolatoren genannt, sind innen und aussen glasirt, und hängt von deren guter Qualität in erster Linie die gute Isolation der Leitung ab. Sie dürfen keine Risse und Sprünge haben, weil sich in dieselben Wasser, bekanntlich ein guter Leiter, hineinsetzt, welches die directe Verbindung mit den Winkelträgern und durch dieselben und die Säulen mit der Erde herstellen kann.

Fig. 59.

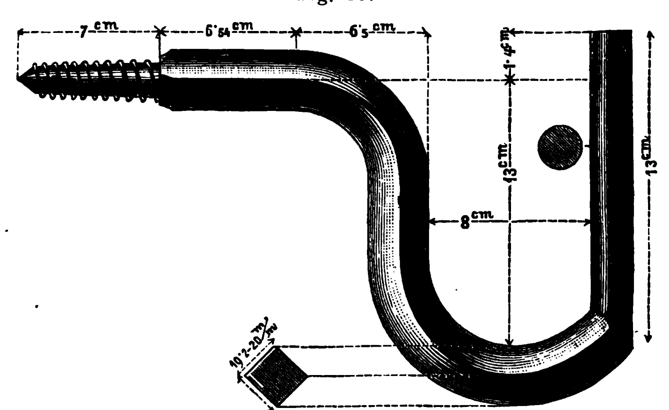


Fig. 60.

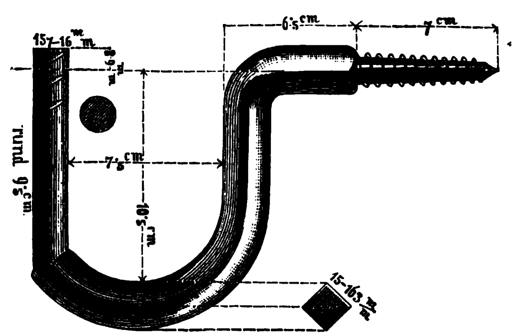
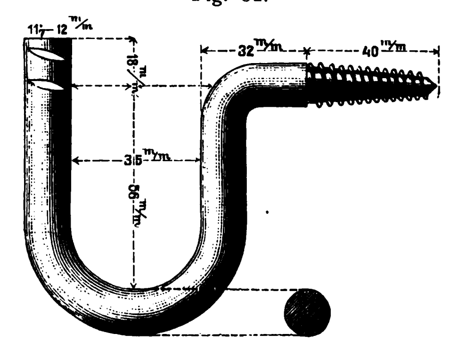


Fig. 61.



Die Glockenform ist deshalb nothwendig, weil der untere Raum selbst bei heftigstem Regen trocken bleibt und die

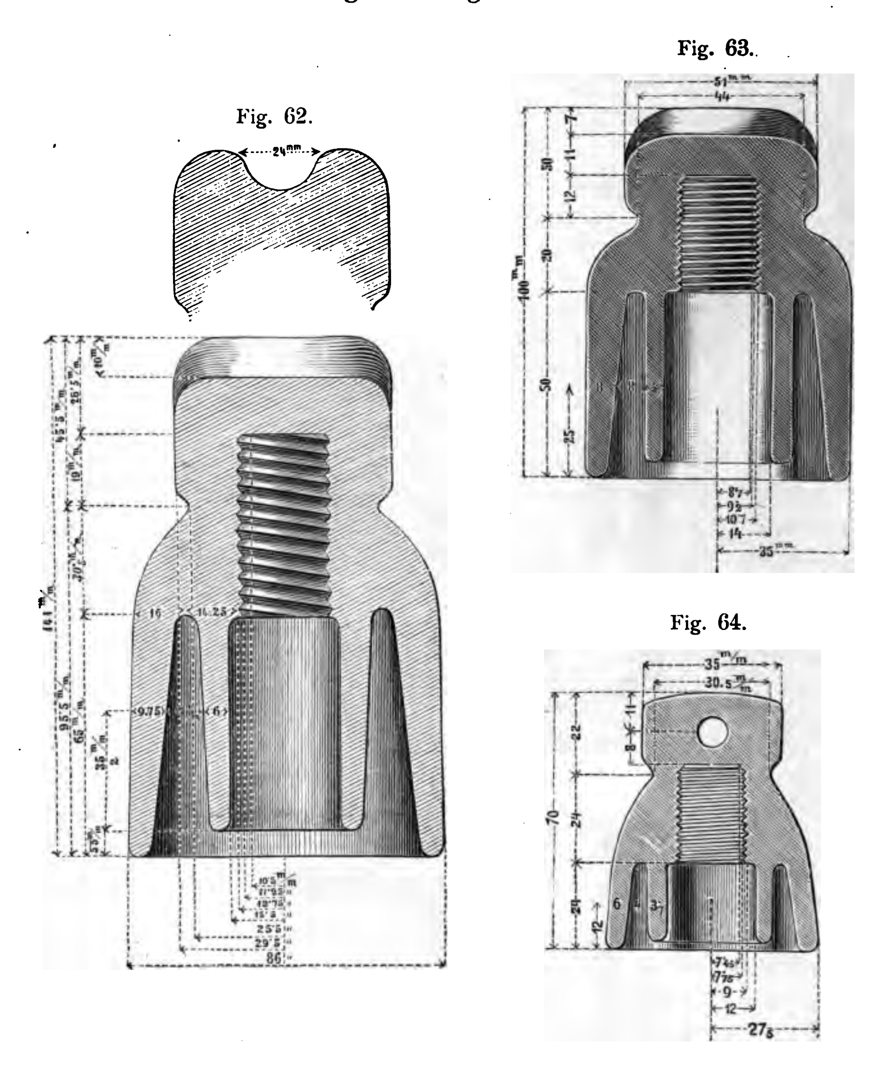


Fig. 62.

Fig. 63.

Fig. 64.

directe leitende Verbindung zwischen Draht und Trägern, durch das herabsickernde Wasser, verhindert.

In neuerer Zeit werden zur Vermehrung der isolirenden Wirkung nur sogenannte Doppelglocken, und zwar zumeist in drei Grössen, wie sie in Figur 62—64 mit genauer Angabe der Dimensionen dargestellt sind, verwendet. Der Draht wird entweder in die obere Rinne eingelegt oder am Halse festgebunden oder durch die im Kopfe angebrachte Oeffnung durchgesteckt.

§ 71. Die Einführungen.

Da die eigentlichen Telegraphenapparate mit seltenen Ausnahmen (Feld- und ambulante Telegraphen) in geschlossenen Räumen untergebracht sind, müssen die offenen Leitungen in diese Räume entsprechend eingeleitet und wieder aus denselben herausgeführt werden.

Die Drähte der offenen und currenten Leitung werden zuerst direct an das Gebäude geführt, indem sie von einer der Telegraphensäulen (Zuführungssäule) abgezweigt und an den Zuführungsträger zugespannt wird. Die Form dieser ganz aus Eisen hergestellten Träger, welche mittelst in die Mauer versenkter Eisenpratzen befestigt werden, ist je nach der Situation und der Anzahl der zuzuführenden Drähte eine sehr verschiedene. Bei diesen Trägern ist vorzüglich darauf Bedacht zu nehmen, dass die Drähte möglichst parallel zugespannt werden können.

Da die Drähte auf einem möglichst kleinen Raum durch die Mauer geführt werden sollen, ist es nothwendig, dieselben nahe aneinander zu bringen. Um dies zu ermöglichen, verwendet man in jenen Fällen, wo eine grössere Anzahl Drähte zugeführt werden sollen, zwei Einführungsträger, wovon der zweite, kleinere unmittelbar unter der Einführungsöffnung liegt. Dies ist auch dann der Fall, wenn die Zuspannung zur Freihaltung der Passage sehr hoch über dem Bodenniveau erfolgen muss, die eigentliche Bureaulocalität aber, wie dies zumeist zutrifft, ebenerdig liegt.

Eine directe Durchführung der Drähte durch die Mauer darf, weil letztere als leitender Körper zu betrachten ist, nicht stattfinden. Da die Mauern stets Feuchtigkeit enthalten, welche zerstörend auf die schützende Hülle der isolirten Drähte wirkt, sucht man die directe Berührung derselben durch Verwendung

isolirender Körper zu hindern. Sind nur wenige Drähte einzuführen, so verwendet man sogenannte Einführungsschläuche aus Ebonit (Kammmasse) oder Porzellan. (Fig. 65, 66 *a* u. *b*.)

Bei Zuführung mehrerer Drähte erweisen sich die sogenannten Einführungsplatten, Porzellanplatten mit einer entsprechenden Anzahl Löcher, welche an der Innen- und Aussenseite der Mauer befestigt werden, zweckentsprechend.

Um das Anlegen von Regentropfen an die Drähte und Abrinnen derselben in die Einführungsöffnung zu vermeiden, sollen die Drähte vom Einführungsträger von unten hinauf in

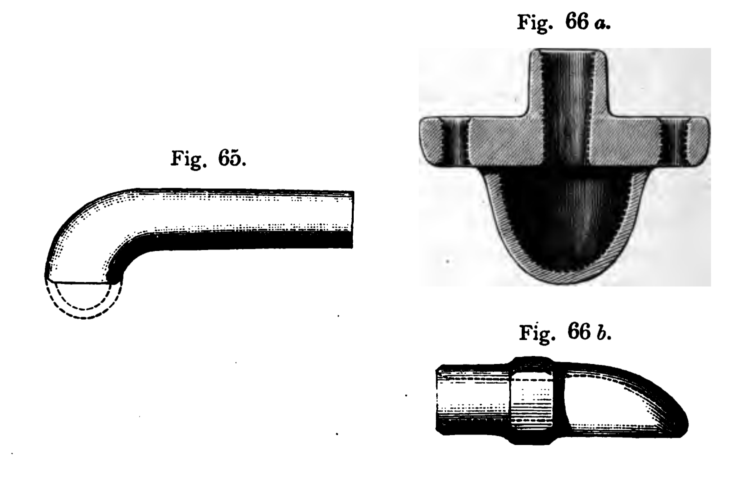


Fig. 66 *a*.

Fig. 65.

Fig. 66 *b*.

die Platte geführt werden, und ist es auch gut, wenn die Einführung mit einem Schutzdache aus Blech überdeckt wird, um den directen Anprall des Regens an die Platte selbst zu verhindern.

§ 72. Die Bureauleitungen.

Innerhalb der Bureaux werden die Drähte längs der Bureauwände ebenfalls isolirt geführt, da eine directe Berührung mit den Bureauwänden einen zerstörenden Einfluss auf die isolirende Hülle der Drähte ausübt.

Zur Isolirung dienen die sogenannten Führungsbretter und Führungsleisten, welche direct an die Mauer befestigt werden. Bei den Führungsleisten werden in dieselben Porzellan-

nägel (Isolirnägel) eingeschlagen, die Drähte straff gespannt und zur Befestigung um die Köpfe der Nägel so herumgewunden, dass sie die Leisten selbst nicht direct berühren.

Die Befestigung an den Führungsbrettern erfolgt entweder in derselben Weise oder dadurch, dass in die Bretter eine der Anzahl der Drähte entsprechende Anzahl Nuten eingehobelt und die Drähte in die Nuten eingelegt und mittelst Drahtklammern an das Brett festgeheftet werden.

Bei den Bureauleitungen sind Kreuzungen der Drähte möglichst zu vermeiden. Ueberall dort, wo solche unvermeidlich sind, ist zu trachten, dass sich die Drähte nicht direct berühren. Das Gleiche gilt von den Verbindungen der Drähte in den Apparattischen.

Eine übersichtliche und gefällige Anordnung der Drähte soll zum Principe erhoben werden.

Für die Zwecke der Orientirung und Untersuchung ist es von Vortheil, wenn innerhalb der Bureaux für die verschiedenen Linien verschiedenfarbige Drähte verwendet werden.

§ 73. Herstellung der Leitungsverbindungen.

Der Herstellung der Leitungsverbindungen ist die grösste Sorgfalt zu widmen, da das Leitungsvermögen nicht unwesentlich von der Qualität derselben abhängt.

Fig. 67.

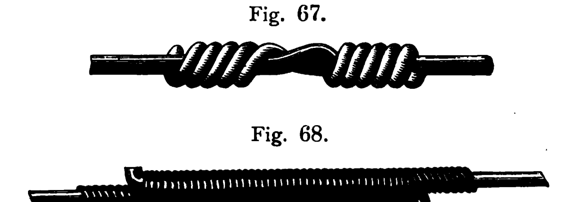


Fig. 68.

Sollen Drähte gleicher Dimension mit einander verbunden werden, so wendet man den sogenannten Würgebund (Fig. 67) oder den Wickelbund (Fig. 68) an.

Bei Verbindung von Drähten ungleicher Dimension, insbesondere von Eisendrähten mit Kupferdrähten, kommt zumeist der einseitige Würgebund zur Anwendung.

Wiewohl der Wickelbund sich als vortheilhafter erweist, so werden die Würgebünde, weil sie sich leichter und bequemer herstellen lassen, vielfach noch vorgezogen.

Vor Herstellung einer Leitungsverbindung müssen die betreffenden Endstücke der beiden Drähte, welche mit einander verbunden werden sollen, völlig rein und metallisch blank gemacht werden, was mittelst einer Feile und nachherigem Abglätten mit Schmirgelpapier erreicht wird. Jeder Bund soll, um das Eindringen von Nässe innerhalb der Drahtwindungen und die hierdurch bedingte Oxydation der Drähte zu hindern, verlöthet werden.

Ist eine Löthung herzustellen nicht möglich, so muss der Bund zum mindesten ausgeschlagen, d. h. mit dünnem Kupferdraht fest umwickelt werden.

Die Verbindung der Drähte mit den Apparaten wird zumeist durch Klemmschrauben hergestellt. Hierbei ist stets darauf zu achten, dass die Schrauben fest angezogen sind, und zu sorgen, dass der Draht, wie dies bei allzu festem Anziehen der Schraube leicht geschieht, nicht abgedreht wird. Der Draht soll auch von links nach rechts um die Schraubenspindel gewunden sein, weil hierdurch der Draht von dem Kopfe der Schraube ganz umfasst wird.

§ 74. Erfordernisse einer guten Telegraphenleitung.

Ausser grösstmöglicher Leitungsfähigkeit und bestmöglicher Isolation sind noch folgende Anforderungen an eine gute Leitung zu stellen:

1. Der Leitungsdraht soll möglichst scharf gespannt sein, damit eine Berührung der an denselben Stützen befestigten Drähte nicht stattfinden kann. Hierbei ist jedoch auf Temperaturdifferenzen Rücksicht zu nehmen, indem der Draht sich in der Kälte zusammenzieht und dies, wenn der Draht zu scharf gespannt war, ein Reissen derselben herbeiführen kann.

2. Die Drähte sollen so hoch über dem Boden gespannt sein, dass sie nicht leicht unabsichtlich oder böswillig zerstört werden können. Insbesondere gilt dies bei Weg- und Bahnübersetzungen. Bei Bahnübersetzungen müssen die Leitungen mindestens 6 m über dem Schienenniveau liegen.

3. Die Stützen müssen gerade stehen und in dem Boden einen sicheren Halt haben. Die Winkelträger müssen fest eingeschraubt, die Isolatoren fest gegypst sein. Der Draht muss an den Isolatoren festgebunden sein, damit ein Herabfallen desselben nicht möglich ist.

4. Die Leitungen sollen in möglichst gerader Linie oder in sanftem Bogen dahingeführt werden. Scharfe Winkel sind thunlichst zu vermeiden.

D. Die Telegraphenapparate.

§ 75. Benennung der Apparate.

Wiewohl zur Ermöglichung der telegraphischen Correspondenz zweier Stationen ausser den integrirenden Bestandtheilen einer jeden telegraphischen Verbindung, der Leitung und dem Elektricitätserzeuger an Apparaten nur je ein Empfänger und ein Zeichengeber nothwendig wären, so bedarf man ausserdem immer noch gewisser Hilfsapparate, welche theils zum Schutze dienen, theils die telegraphischen Manipulationen unterstützen und endlich die Erkennung von Fehlern in den Einrichtungen, sowie deren Behebung ermöglichen.

Die bei dem Morse-System allgemein verwendeten Apparate sind:

a) der Empfänger oder Schreibapparat;
b) der Zeichengeber oder Taster;
c) das Relais;
d) die Boussole;
e) der Linienwechsel oder Umschalter;
f) die Blitzschutzvorrichtung.

§ 76. Der Schreibapparat.

Man unterscheidet hierbei, je nachdem die Schrift durch Eindrücke eines Stahlstiftes in den Papierstreifen hervorgerufen oder farbig auf demselben hergestellt wird, zwischen Reliefschreiber und Farbschreiber. Für den Eisenbahndienst werden speciell in Oesterreich allgemein nur Reliefschreiber verwendet.

Bei jedem Schreibapparate sind zu unterscheiden:

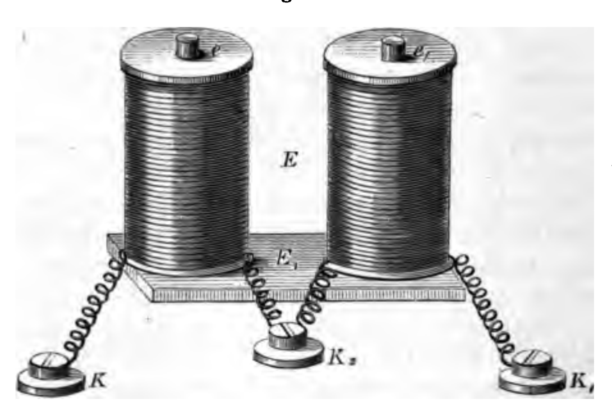
a) der Elektromagnet;

b) die Schreibvorrichtung;

c) die Papierführung.

Der Relief- oder Stiftschreiber. Der Elektromagnet *E* (Fig. 69) wird aus zwei cylindrischen Eisenkernen, welche durch ein Eisenstück E_1 zu einem Hufeisen verbunden sind und auf welche die Magnetisirungsspiralen aufgeschoben werden, gebildet. Die Windungen der beiden Magnetisirungsspiralen sind derartig angeordnet, dass an den Enden der

Fig. 69.



Kerne ein Nord- und ein Südpol entsteht. Zu diesem Ende werden die Anfangsenden der in gleichem Sinne erfolgten Windungen der Magnetisirungsspiralen an die Klemmschrauben *K* und K_1, die beiden Aussenenden gemeinsam an die Klemme K_2 angelegt.

Die Schreibvorrichtung besteht aus dem dreiarmigen Hebel, dem Schreibhebel *c d e* (Fig. 70 und 71), welcher um die horizontale Achse *F* drehbar ist. Das vordere Ende dieses Hebels ist knieförmig abgebogen und trägt den Schreibstift *g*. Am hinteren Ende ist der aus einem cylindrischen Stücke weichen Eisens bestehende Anker *b* durch eine Oeffnung im Hebel durchgesteckt. An dem Ansatze *e* des Hebels ist die

Fig. 70.

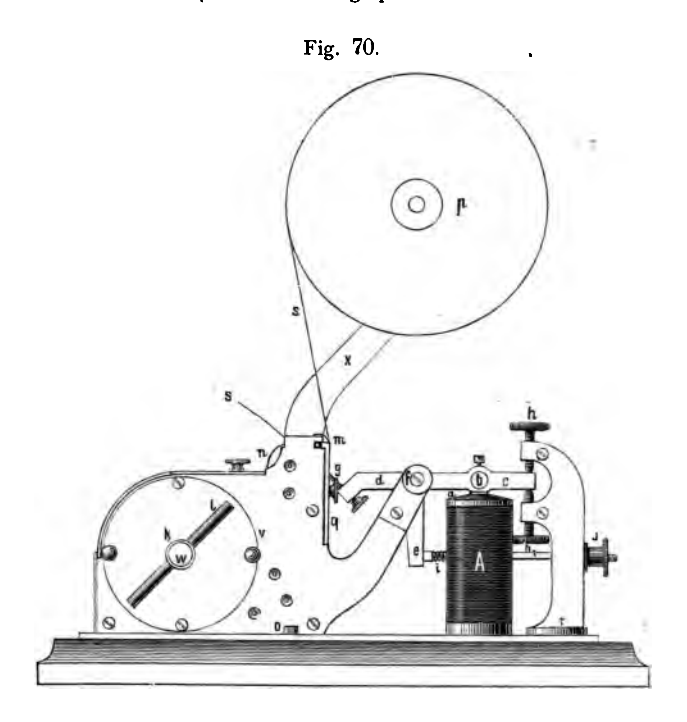
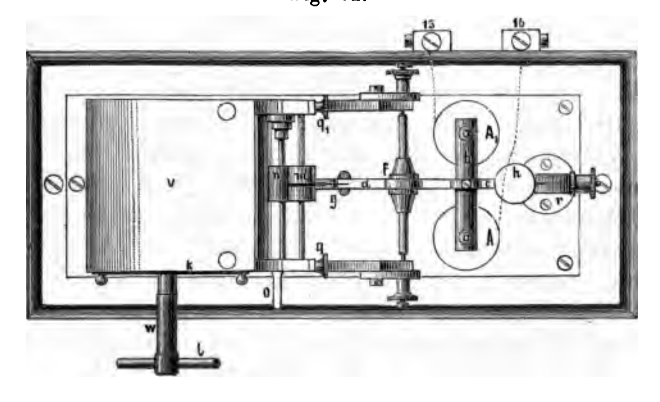


Fig. 71.



Abreiss- oder Regulirfeder *i* befestigt. Diese Feder kann mit Hilfe der Schraube *J* nach Bedarf gespannt oder

nachgelassen werden. Die an den Ständern r angebrachten Stellschrauben h und h_1 dienen zur Begrenzung der Bewegung des Hebels, das ist der Hubhöhe. Der Schreibstift besteht aus einer Stahlschraube, die an ihrem oberen Ende nadelförmig zugespitzt ist. Die nadelförmige Verlängerung ist gehärtet und glatt polirt. Der knieförmige Abbug des Schreibhebels ist in der Regel der Länge nach durchschlitzt, und passt der Schraubengang des Schreibstiftes in das in denselben eingeschnittene Gewinde. Eine seitlich angebrachte Schraube erfüllt den Zweck, den Schreibstift in der richtigen Lage festzuhalten.

Um eine Verschiebung der Schrauben h und h_1, sowie der beiden Schrauben, in welche der Schreibhebel eingelagert ist, zu verhindern, werden dieselben durch Gegenschrauben festgehalten. Die Art und Weise der Einlagerung des Schreibhebels ist aus Fig. 72 (Draufsicht) ersichtlich.

In der Mitte der Schreibwalze m ist eine Rinne angebracht, in welche der Schreibstift, wenn der Anker von dem Elektromagneten angezogen wird, genau eingreifen muss. Zur Regulirung dieses Eingriffes ist der Schreibhebel seitlich verschiebbar gemacht. Wird nun der Papierstreifen zwischen den beiden Walzen n und m fortgeschoben, so wird bei jedem Anziehen des Ankers der Schreibstift in den Papierstreifen leicht eingedrückt, wodurch die Zeichen hervorgerufen werden.

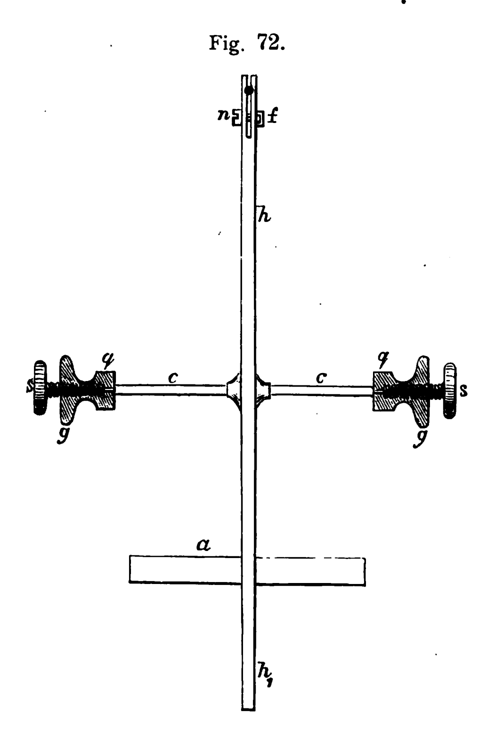
Die Papierführung wird dadurch bewirkt, dass die auf ihrer Oberfläche gerauhte Messingwalze n (Fig. 71) durch ein Uhrwerk in eine gleichförmige Drehung versetzt wird, diese Walze versetzt nun die glatte Schreibwalze m durch Friction in eine entgegendrehende Bewegung und wird den zwischen diesen beiden Walzen durchgesteckten Papierstreifen gleichmässig vorwärts schieben. Der zur Hervorbringung der Friction erforderliche Druck der Schreibwalze auf die Führungswalze wird durch die Federn q und q^1 bewirkt.

Der Papierstreifen, welcher zu einer Rolle aufgewunden ist, befindet sich zwischen zwei Messingscheiben p, welche von einem an dem Apparate befestigten Messingständer x getragen werden. Die eine dieser Scheiben kann, um den Papierstreifen aufzuschieben, abgenommen werden.

Damit das Papier stets in der gleichen Lage weitergeführt werden kann, muss dessen seitliche Bewegung begrenzt werden. Hierzu dient eine am Apparate befestigte Führung, deren Oeffnung durch zwei seitliche Schrauben entsprechend gestellt werden kann.

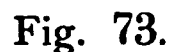
Die Zeichen werden bei dem Reliefschreiber durch Ein-

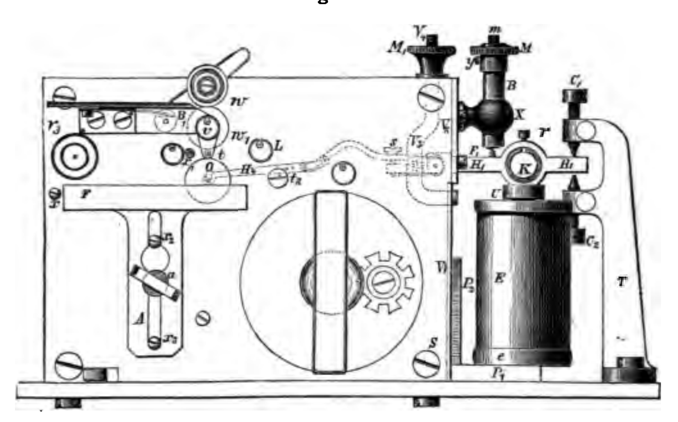
Fig. 72.



drücken des Schreibstiftes in den Papierstreifen hervorgerufen und zwar wird dies dann erfolgen, wenn in den Elektromagneten des Apparates ein Strom circulirt und somit hiedurch der Anker des Schreibhebels angezogen wird. Wird der Strom unterbrochen, so zieht die Abreissfeder den Anker von den Elektromagneten ab und entfernt hierdurch gleichzeitig den Schreibstift von dem Papierstreifen.

Der Farbschreiber. Die vielen Nachtheile, welche die Reliefschreiber haben und unter welche vornehmlich die schwerere und die Augen ermüdende Lesbarkeit der Schrift, die leichte Vernichtung der Schrift, selbst durch Zusammenfalten oder Verknittern der Papierstreifen, und endlich die Verlangsamung der Laufgeschwindigkeit der Apparate durch den Druck des Schreibstiftes auf den Papierstreifen zu rechnen sind, haben schon lange den Ersatz der Reliefschrift durch Farbschrift wünschenswerth erscheinen lassen. Nachdem es gelungen ist, die Farbschreiber so weit zu vervollkommnen,


Fig. 73.



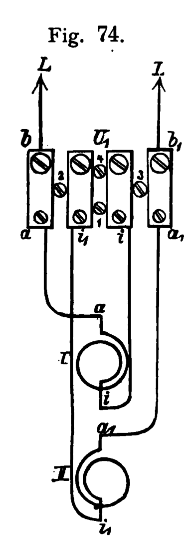
dass sie alle Anforderungen befriedigen, ist die Verwendung derselben eine sehr verbreitete, und kann es nicht mehr lange währen, bis dieselben auch für die Zwecke der Eisenbahntelegraphie adoptirt werden.

Im Principe unterscheiden sich die Farb- von den Reliefschreibern, wie das schon der Name ergibt, nur durch die Art und Weise der Hervorbringung der telegraphischen Zeichen. Doch sind in den Detailanordnungen so viele Abänderungen getroffen, dass auch diese berücksichtigt werden müssen.

Die Elektromagnete *E* (Fig. 73) sind hier verschiebbar gemacht, indem die hohlen, mit Polschuhen versehenen Eisen-

kerne auf einen Winkelbügel P_1 P_2 aufgesetzt sind, dessen verticaler Schenkel P_2 an eine in Nuthen der Apparatwand verschiebbare Messingplatte V_1 befestigt ist. Durch den gebogenen Stahlbügel V_3, welcher in das Schraubengewinde V_4 mit der Schraubenmutter M_1 endigt, kann, je nachdem die Schraubenmutter M gedreht wird, der Elektromagnet gehoben oder gesenkt und somit dem Ankerhebel genähert oder von demselben entfernt werden. Der horizontale Schenkel P_1 des Winkelbügels stellt die Verbindung der Elektromagnetkerne zu einem Hufeisen her.

Fig. 74.

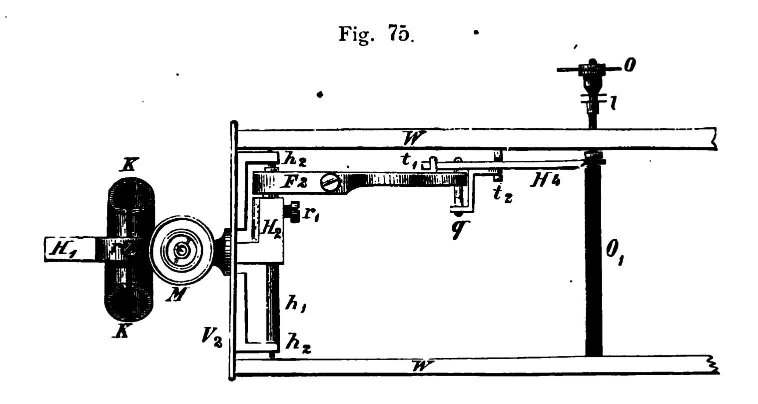


Die Windungen der Magnetisirungsspiralen sind hier viel zahlreicher und haben somit einen bedeutend grösseren Widerstand als bei den Reliefschreibern. Auch ist die Anordnung so getroffen, dass die Umwindungen der beiden Spiralen entweder hintereinander oder nebeneinander geschaltet werden können. Unter Schaltung nebeneinander versteht man die Verbindung der Spiralen mit der Linie in der Weise, dass der Strom sich in zwei Zweige theilt, deren jeder eine der Spiralen durchfliesst. Fig. 74 macht dies anschaulich. Werden die Stöpsel in die Löcher 1 und 4 eingesteckt, und hierdurch die beiden Klemmen $i\,i_1$ in leitende Verbindung mit einander gebracht, so kann der von L kommende Strom die beiden Spulen nur der Reihe nach durchfliessen und muss den Weg L, Spule I i_1 i^1, Spule II L_1 nehmen. Die Spulen sind hintereinander geschaltet. Werden dagegen die Stöpsel in die Löcher 2 und 3 eingesteckt, so theilt sich der Strom bei 2 in zwei Zweige (§ 35), deren einer über a Spule I, i nach L^1, der andere über 2 i^1 Spule II nach L^1 geht. Die Spulen sind nebeneinander oder parallel geschaltet.

Die Schreibvorrichtung ist bei diesem Apparate theilweise verdeckt innerhalb der Gestellplatten des Laufwerkes untergebracht. Sie besteht aus dem Hebel H_1 H_2 H_3 (Fig. 75 und 76), dessen Achse h_1 in zwei, innerhalb des Apparat-

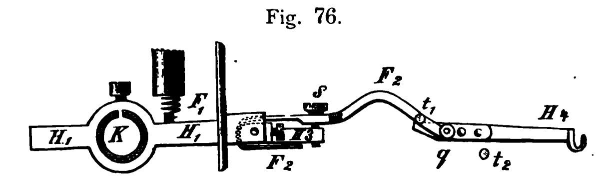
gehäuses angebrachten Lagern h_2 h_2 sich befindet. Der vordere Theil H_1 dieses Hebels ragt aus dem Apparatgehäuse heraus und trägt an seinem Vordertheile den hohlen, an der Oberseite aufgeschlitzten Anker K. Dieser Anker aus weichem

Fig. 75.



Eisen wird mittelst eines Schräubchens r festgehalten. Die Regulirfeder F_1 befindet sich in dem an der vorderen Gestellplatte angebrachten Ständer x (Fig. 73), und wird deren Spannung mittelst der Schraubenmutter M regulirt. Die beiden Limitirungsschrauben C_1 und C_2 begrenzen die Hubhöhe des Hebelarmes H_1.

Fig. 76.



Die Hebelarme H_2 und H_3 liegen im Innern des Apparates. Um H_2 ist das Ansatzstück F_2 mit seinem verjüngten Ende so gelegt, dass der untere Theil an H_2 mittelst Schrauben befestigt, während der obere Theil dagegen durch die Schraube S (Fig. 76) innerhalb enger Grenzen nach auf- oder abwärts bewegt werden kann. Durch den vorderen The dieses Ansatzstückes geht eine stählerne Achse

der zweiarmige Hebel H_1 drehbar ist. Dieser Hebel hat nach vorne das Uebergewicht und würde in der normalen Lage an dem in F_2 eingesetzten Stifte t_1 anstehen, wenn der Hebel nicht auch auf den Stift t_2, welcher in der Gestellplatte befestigt ist, aufliegen würde. Es lässt sich nun durch die Schraube S der Hebel F_2 so reguliren, dass in der Ruhelage entweder der kürzere Hebelarm an t_1 oder der längere Arm an t_2 ansteht, und ermöglicht es diese Einrichtung, den Apparat sowohl für Ruhe- als auch für Arbeitsstrom benützen zu können.

Bei Arbeitsstrom ist der Anker in der Ruhelage von dem Elektromagnete abgerissen, und muss der Hebel H_1, um ein Zeichen hervorzubringen, nach aufwärts gehoben werden. Da das Ansatzstück F_2, wenn der Anker angezogen wird, sich nach aufwärts hebt, muss der Hebel H_1 mit F_2 fest verbunden sein, was einfach dadurch bewerkstelligt wird, dass man F_2 mittelst der Schraube S so lange herunter drückt, bis der Stift t_1 an den kürzeren Hebelarm anliegt und den längeren Arm von t_2 abgehoben hat.

Anders ist es bei Ruhestrom, wo der Anker in der Normal- oder Ruhelage an die Elektromagnete anliegt, somit F_2 nach aufwärts gehoben ist. Da die Zeichen durch Stromunterbrechung hervorgerufen werden, der Hebel H_1 hierbei jedoch, um Zeichen hervorrufen zu können, ebenfalls nach aufwärts gehoben werden muss, wird für diese Art des Telegraphirens der Apparat so eingestellt, dass H_1 in der Ruhelage an t_2 anliegt. Dies wird durch Heben von F_2 mittelst der Schraube S bewirkt. Der Stift t_1 hebt sich von dem kürzeren Arme des Hebels H_1 ab, und legt sich der längere Arm vermöge seines Uebergewichtes an t_2 an. Wird nun der Strom unterbrochen, so senkt sich F_2 nach abwärts, und wird H_1, welches wegen des Widerstandes von t_2 der Bewegung nicht folgen kann, durch Drehung um die Achse q nach aufwärts gehoben.

Das vordere Ende des Hebels H_1 ist hakenförmig gebogen und umgreift die Achse O_1 des Farbrädchens O. Letzteres taucht nun mit seinem unteren Rande in den Farb-[illegible]ten F. Damit das Farbrädchen stets gleichmässig Farbe [illegible] wird es durch das Räderwerk des Apparates, wenn

dasselbe in Gang gesetzt ist, fortwährend gedreht. Die Achse des Farbrädchens liegt nicht fest in den Lagern, sondern kann nach aufwärts gehoben werden und so den Bewegungen des Hebels H_4 folgen. Der Papierstreifen wird nun über die Rolle r_3, Stift x_1, unter der Stahlwelle t zwischen den beiden Führungswalzen geführt. Es wird daher bei jedesmaligem Heben des Hebels H_4 das Farbrädchen gehoben und an den Papierstreifen gedrückt, wobei es einen Theil seiner Farbe abgibt, welche, wenn das Papier fortbewegt wird, sich als farbiger Strich ersichtlich macht. Die Fortbewegung des Papieres geschieht, wie bei dem Reliefschreiber, durch ein Räderwerk, welches ausschliesslich mit Federkraft betrieben

Fig. 77.



wird und dessen Bewegung durch eine Arretirung nach Belieben gehemmt werden kann.

Der Papierstreifen ist hier in einer, unterhalb des Apparates befindlichen Lade untergebracht (Fig. 77) und wird von hier aus über das Röllchen r, über den Stift S, durch den Schlitz S_1 in den Apparat zur Rolle r_3 geführt, von wo er in beschriebener Weise weitergeht.

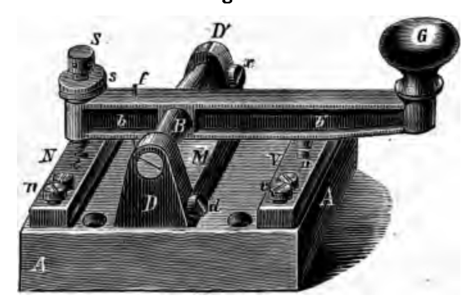
Dass der Kraftaufwand zur Hervorbringung der Zeichen bei diesem Apparate ein bedeutend geringerer ist als bei den Reliefschreibern, welche zur Hervorbringung der Schrift einen kräftigen Druck des Schreibstiftes auf das Papier erfordern, ist sofort ersichtlich, und ermöglichen es daher diese Apparate, auch ohne das Relais, dessen Zweck späterhin (§ 79) erläutert wird, direct arbeiten zu können.

§ 77. **Der Zeichengeber oder Taster**

hat den Zweck, die telegraphischen Zeichen in den Empfangsapparaten der Telegraphenstationen zu erregen. Es sind dies, nur Arbeits- und Ruhestrom in Betracht gezogen, demnach Vorrichtungen, welche gestatten, nach Belieben einen Strom in die Leitung zu entsenden oder denselben zu unterbrechen.

Auf dem Postamentbrettchen (Fig. 78) sind drei Messinglamellen *V M* und *N* parallel zu einander befestigt. In die beiden Lamellen *N* und *V* ist je ein Platinstift *a* und *c*, Contactstift genannt, eingeschraubt. Die mittlere Lamelle *M* ist mit zwei seitlichen Backen D D^1 versehen, durch deren Ausbohrungen zwei konisch zugespitzte Schrauben hindurch gehen.

Fig. 78.



Die Hebelachse *B* des Messinghebels b b^1 ist an beiden Enden konisch ausgebohrt und wird zwischen die beiden konisch zugespitzten Schrauben leicht drehbar eingeklemmt. Um die Beweglichkeit des Messinghebels, auch Tasterhebel genannt, reguliren zu können, ist die eine konische Schraube in der aufgeschlitzten Backe D^1 beweglich angebracht, und kann dieselbe durch die Schraube *x* in der einmal gewählten Lage fixirt werden.

Der Tasterhebel trägt an seinem hinteren Ende einen Holz- oder Beinknopf *G* und an der Unterseite, den Contactstiften der Lamellen *N* und *V* gegenüber, zwei Platin-Contactstifte. Der vordere dieser Contactstifte ist an einer Schraube *S*, welche durch die Bohrung des vorderen Hebeltheiles hindurch geht, befestigt. Diese Schraube dient zur Regulirung der Hub-

höhe des Tasterhebels und wird in der gewählten Lage durch die Gegenmutter *s* festgehalten.

Ausserdem befindet sich unmittelbar hinter der Schraube *S* im Tasterhebel eine Oeffnung, durch welche der Stift *f* geht. Dieser Stift steht mit einer Spiralfeder in Verbindung, deren unteres Ende an der Messingschiene *M* festliegt. Die Spiralfeder hat den Zweck, den vorderen Contactstift des Tasterhebels in der Ruhelage an den Contactstift der Lamelle *N* festzupressen. Die Spannung derselben wird durch Heben oder Senken des Stiftes *F* regulirt. Der Stift wird, nachdem die erforderliche Spannung bestimmt ist, durch eine, an dem Tasterhebel seitlich angebrachte, in der Zeichnung nicht ersichtliche Schraube festgehalten.

Man heisst nun den vorderen Contact *c* den Ruhecontact, den rückwärtigen Contact den Arbeits- oder Telegraphircontact.

Durch Auf- und Niederdrücken des Tasterhebels an dem Knopfe *G* werden die telegraphischen Zeichen hervorgerufen, und zwar erzeugt jeder Anschlag auf den Arbeitscontact ein Zeichen, dessen Länge von der Dauer des Anschlages abhängt.

Die Wirkung bei Ruhe- und Arbeitsstrom ist nun eine entgegengesetzte.

Der Strom geht bei Ruhestrom (also geschlossenem Stromkreise) von der Leitung zu der mittleren Lamelle über den Tasterhebel zum Ruhecontact und von diesem weiter bis zur Erde.

Wird nun der Contact bei *c* durch Niederdrücken des Tasterhebels aufgehoben, so wird der Strom unterbrochen und die Apparate angeregt. Es bedarf also somit des Arbeitscontactes gar nicht, und wird derselbe deshalb bei ausschliesslich für Ruhestrombetrieb verwendeten Tastern, wegen unnützer Abnützung des theuren Platins, gänzlich weggelassen.

Bei Arbeitsstrom muss die leitende Verbindung zwischen allen Theilen der Telegraphenlinie, behufs Ermöglichung der gegenseitigen Correspondenz, ebenfalls hergestellt sein, doch sind die Batterien im Ruhezustande nicht mit der Linie verbunden, sondern gelangen erst während des Telegraphirens zur Wirksamkeit.

Die Leitung geht vorerst zur Mittellamelle, von welcher aus durch den Tasterhebel die leitende Verbindung mit *c* hergestellt wird. Drückt man den Tasterhebel nieder, so soll die Batterie eingeschaltet werden, es muss demnach der Arbeitscontact mit einem Pole der Batterie in Verbindung stehen.

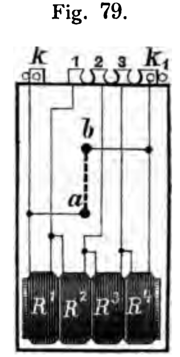
Während des Arbeitens geht der Strom von der Batterie durch den Arbeitscontact über den Tasterhebel in die Leitung zur Erde, kehrt von da über die Erde der zweiten Endstation durch die Erde zur Batterie zurück.

Es sind demnach für den Arbeitsstrom beide Contacte von gleicher Wichtigkeit.

§ 78. Der Widerstands- oder Rheostattaster.

Für die telegraphische Correspondenz mit Stromdifferenzen (§ 59), und zwar mit Stromverminderung, wird zur Hervorbringung derselben der Widerstands- oder Rheostattaster verwendet. In seiner äusseren Form dem gewöhnlichen Morsetaster, Fig. 78, vollkommen gleichend, unterscheidet er sich von demselben dadurch, dass im Innern des Postamentes eine Serie künstlicher Widerstände aus um einen Holzrahmen gewundenen dünnen und isolirten Neusilberdrähten bestehend, untergebracht sind. Das eine Ende dieser unter einander verbundenen Widerstände, R_1 R_2 R_3 R_4 (Fig. 79), Rheostate genannt, steht mit der äusseren linksseitigen Klemme *k* des Tasters, das zweite mit dem Ruhecontact desselben *b* in Verbindung. Ausserdem ist die linksseitige Klemme mit dem Achslager *a* des Tasterhebels, die rechtsseitige Klemme mit dem Ruhecontact durch ein Drahtstück leitend verbunden.

Fig. 79.



Im normalen Zustande wird der Strom seinen Weg von *k* über *a*, den Tasterhebel nach *b* und von hier zu k_1 finden. Wird dagegen der Contact bei *b* durch Niederdrücken des Tasters unterbrochen, so muss der Strom seinen Weg von *k* zu *R* durch die Rheostate nach k_1 nehmen und wird dem Widerstande derselben entsprechend geschwächt.

Ausserdem, dass die einzelnen Rheostate unter einander verbunden sind, zweigt auch immer je ein Draht derselben zu den an der Vorderseite des Tasterpostamentes angebrachten Ausschalteklemmen (§ 81) ab. Hierdurch wird es möglich, den für die Correspondenz erforderlichen Widerstand nach Bedarf zu reguliren, indem die Widerstände durch Verbinden der Ausschalteklemmen mittelst Stöpsel aus- und eingeschaltet werden können. Ist zum Beispiel der Stöpsel zwischen Klemme 1 und 2 eingesteckt, so geht der Strom von k über R_1, 1 2, R_3, R_4 zu k_1, und der Widerstand R_2 ist ausgeschaltet.

§ 79. Das Relais.

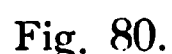
Wie gezeigt wurde, erfordert der Reliefschreiber eine bedeutende elektrische Kraft, um in den Eisenkernen jenen starken Magnetismus hervorzurufen, welcher eine so kräftige Ankerannäherung erzeugt, dass die auf dem Papierstreifen herzustellenden erhabenen Schriftzeichen deutlich und gut lesbar erscheinen.

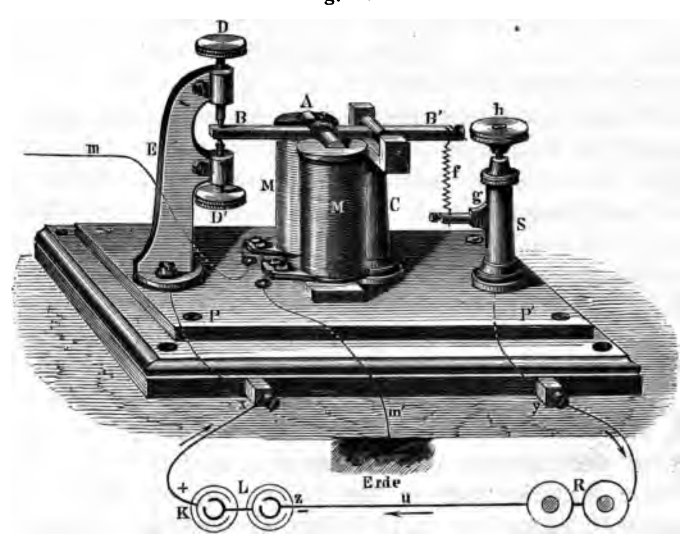
Die grossen Widerstände einer langen Leitung, sowie die auf jeder Leitung unvermeidlichen Nebenschliessungen, schwächen den Strom nun derart, dass eine stets gleichmässige Wirkung des Schreibapparates, selbst bei Anwendung sehr starker Batterien, nur sehr schwer zu erreichen ist.

Diesem Uebelstande zu begegnen, nahm man seine Zuflucht zu einem besonderen Hilfsapparat, dem Relais, welches anstatt des Schreibapparates in die Linie eingeschaltet wurde. Das Relais dient nun zum Schliessen und Oeffnen einer besonderen sogenannten Local- oder Ortsbatterie, in deren sehr kurzen und wenig Widerstand bietenden Stromkreis der Schreibapparat eingeschaltet wird. Hierdurch gelang es, da das Relais ein sehr empfindlicher und leicht regulirbarer Apparat ist, mit verhältnissmässig geringem Batterieaufwande eine verlässliche Wirkung des Schreibapparates zu erreichen.

Das Relais wirkt hier als automatischer Taster, indem es die Zeichen, welche es aufnimmt, ganz in derselben Weise durch Stromschluss und Stromunterbrechung auf den Schreibapparat überträgt.

Fig. 80 stellt die gebräuchlichste Form der Relais dar. Auf der Grundplatte P sind die beiden Elektromagnete MM befestigt, die Eisenkerne werden durch ein Eisenstück zu einem Hufeisen verbunden. Hinter dem Elektromagnete befindet sich der Ständer C mit dem Lager für den ungleicharmigen Doppelhebel BB_1, welcher den Anker A trägt. Der hintere kürzere Hebelarm ist mit einer Spiralfeder f versehen, deren unteres Ende an dem Schieber G_1 des Ständers S befestigt


Fig. 80.



ist. Durch Drehung der Schraube h an diesem Ständer nach links oder rechts kann der Schieber nach aufwärts oder abwärts geschoben und hierdurch die Feder gespannt oder nachgelassen werden. Da das Gewinde der Schraubenspindel ein sehr flaches ist, kann die Federspannung, wie dies bei einem so empfindlichen Apparate nothwendig wird, sehr zart regulirt werden.

Der längere Arm von BB^1 spielt zwischen den beiden Limitirungsschrauben DD^1 des vorderen Ständers E. Zur leichteren Beweglichkeit dieser Limitirungsschrauben sind die

beiden Backen des Ständers E, in deren Muttergewinde diese Schrauben laufen, vorne aufgeschlitzt. Zur Fixirung der Limitirungsschrauben dienen die zwei seitlich angebrachten Pressschrauben.

Der Limitirungsständer E ist ausserdem noch durch ein Hartgummi- oder Elfenbeinplättchen von der Grundplatte isolirt.

Eine der beiden Contactschrauben, und zwar je nachdem mit Arbeits- oder Ruhestrom gearbeitet wird, die obere oder die untere, ist mit einer isolirten Spitze von Elfenbein versehen, damit bei Aufliegen des Hebels BB_1 an diese Schraube die leitende Verbindung dennoch unterbrochen bleibe. Die andere gegenüberstehende Schraube trägt einen, der Hebel BB^1 zwei, an der Ober- und Unterseite einander gegenüberstehende Platincontacte, welche die leitende Verbindung zwischen dem Ständer E und dem Hebel BB^1 herzustellen bestimmt sind.

Der Ständer E steht mit der Klemme x, der Ständer S mit der Klemme y in leitender Verbindung, und werden in diese Klemmen die von dem Localstromkreise ausgehenden Verbindungsdrähte eingeklemmt.

Liegt der Hebel BB^1, wie dies Fig. 80 darstellt, an der oberen Limitirungsschraube an, so ist der Localstrom unterbrochen, weil die isolirte Spitze derselben die leitende Verbindung aufhebt. Liegt der Hebel jedoch an der unteren Schraube an, so wird der Localstromkreis geschlossen, indem der Strom von der Batterie über y, den Ständer S, die Feder f, den Hebel BB^1, über den metallischen Contact der Schraube D den Weg zu dem Ständer E, und von demselben über x zurück zur Batterie findet.

Die Multiplicationsrollen der Elektromagnete sind direct mit den Leitungen verbunden. Wird nun in die Linie ein Strom entsendet, so wird durch den in den Elektromagneten erzeugten Magnetismus der Anker angezogen und das Ende des Hebels BB^1 an den Contact der Schraube D angelegt, somit der Localschluss hergestellt. Jeder Schluss der Localbatterie bedingt nun ein Anziehen des Ankers des Schreibapparates, jede Unterbrechung des Localschlusses, welche der Bewegung des Relaishebels nach aufwärts entspricht, ruft eine gleiche

Bewegung des Schreibankers hervor. Das Relais wirkt somit in der Localkette genau so wie der Taster in der Linie, und überträgt die Zeichen durch abwechselndes Oeffnen und Schliessen eines zweiten Stromkreises automatisch auf den Schreibapparat.

Bei Ruhestrombetrieb liegt der Hebel des Relais constant an der unteren Schraube an. Wäre diese Schraube nun auch mit einem Contacte versehen, so würde die Localkette stets geschlossen bleiben. Der Schreibhebel, welcher nur bei Stromschluss den Eindruck in den Papierstreifen hervorbringt, würde zwar auch hier den Bewegungen der Relaishebel folgen, aber die Zeichen würden nicht erhaben hervortreten, sondern als Pausen zwischen den Strichen, welche der Schreibhebel in der Ruhelage in den Papierstreifen eindrückt, erscheinen. Um dies zu vermeiden, brauchen die beiden Limitirungsschrauben des Ständers E nur umgekehrt zu werden, so dass die Contactschraube oben, die Schraube mit Isolirstift unten zu liegen kommt.

Die Localkette ist hierbei in der Ruhelage (Relaisanker angezogen) unterbrochen, und wird in der Arbeitslage (Relaishebel abgerissen) geschlossen.

§ 80. Die Boussole

ist nichts als ein Galvanoskop (§ 49), welches den Telegraphisten stets in die Lage setzt, zu constatiren, ob in der Telegraphenleitung überhaupt ein Strom circulirt, und ob dieser Strom die normale Stärke hat, ferners bei etwaigem Versagen der Sprechapparate zu erkennen, dass auf der Linie telegraphirt wird. Sie ist eines der wichtigsten Hilfsmittel zur Constatirung und Aufsuchung von Fehlern in den Leitungen, den eigenen Batterien und Apparaten, und kann somit als einer der unentbehrlichsten Hilfsapparate bezeichnet werden.

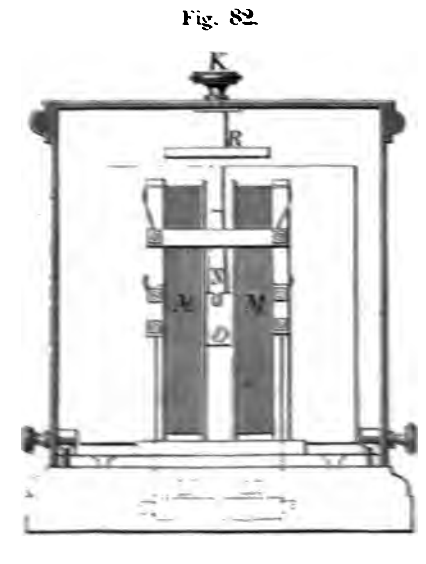
Eine dieser Boussolen, die liegende Boussole, wie solche in früherer Zeit verwendet wurden, ist bereits in Fig. 38, S. 48, abgebildet und beschrieben.

Die stehende Boussole, welche aus dem Grunde viel gebräuchlicher wurde, weil sie dem Telegraphisten in sitzender Stellung eine leichtere Beobachtung gestattet, unter-

Fig. 81.



Fig. 82.



scheidet sich von der liegenden Boussole eigentlich nur durch die Lage. Sie besteht aus einem hölzernen Rähmchen *MM* (Fig. 81 und 82), auf welches der isolirte Kupferdraht aufgewunden wird, und dessen Enden mit den auf der Vorderseite sichtbaren Klemmen verbunden sind.

Die Magnetnadel *N* ist auf eine sehr zarte Stahlachse, welche glatt polirt ist und am Vorderende einen Zeiger trägt, aufgeschoben. Die Stahlachse wird auf zwei, nach oben offene Stahllager, welche an der Grundplatte oder häufig auch an dem Rähmchen selbst befestigt sind, so aufgesetzt, dass die Nadel innerhalb des Rähmchens frei drehbar ist und der Zeiger vor die graduirte Scala zu liegen kommt.

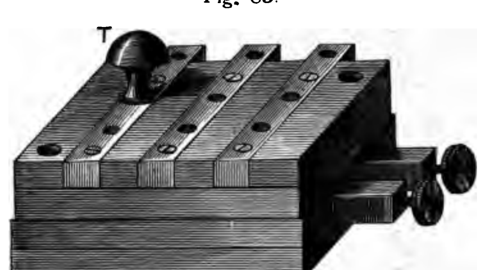
Die ganze Vorrichtung wird mit einem Schutzgehäuse, an dessen Vorderwand, gegenüber der Gradscala, ein Glasfensterchen sich befindet, überdeckt. An dem drehbaren Knopfe *K* ist ein Magnet, der sogenannte Richtmagnet *R*, befestigt, welcher dazu dient, die Nadel in der Ruhelage auf den Nullpunkt der Scala einzustellen.

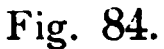
Die beiden Klemmen an der Vorderseite, sogenannte *Ausschalteklemmen*, können durch einen Stöpsel direct mit einander verbunden werden, wodurch die Boussole aus der Leitung ausgeschaltet wird. Es empfiehlt sich, derartige Stöpselklemmen an allen directen, in die Linien eingeschalteten Apparaten anzubringen, weil hierdurch die Aufsuchung von Fehlern bedeutend erleichtert wird.

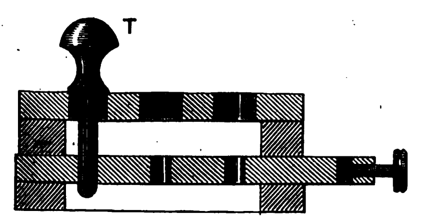
§ 81. Die Linienwechsel oder Umschalter.

Unter diesem Namen bezeichnet man jene Vorrichtungen, welche dazu dienen, den Strom von einer Leitung auf eine

Fig. 83.




Fig. 84.



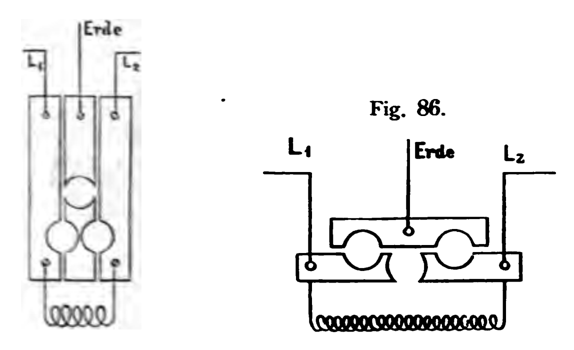
andere zu übertragen, den Stromkreis durch directe Erdverbindung zu verkürzen oder auch die Apparate der Stationen aus den Leitungen auszuschalten, ohne den Stromkreis zu unterbrechen.

Die gebräuchlichsten Umschalter sind der *Lamellenwechsel* und die *Stöpselumschalter*.

Der Lamellenwechsel besteht aus einer, der Anzahl der Leitungen entsprechenden Anzahl horizontaler Messinglamellen, welche (Fig. 83 und 84) von einander getrennt, auf einer isolirenden Unterlage so befestigt sind, dass die obere Reihe der Lamellen mit der unteren Reihe derselben einen rechten Winkel bildet. In jede dieser Lamellen sind so viele Löcher gebohrt, als Lamellen in einer Reihe vorhanden sind. Ausserdem trägt jede der Lamellen zur Verbindung mit der Leitung eine Klemmschraube.

Die Löcher der oberen und unteren Lamellen liegen nun einander genau gegenüber, so dass durch Einstecken

Fig. 85. Fig. 86.



eines Metallstiftes *T* immer eine obere und eine untere Lamelle metallisch mit einander verbunden werden.

Der Metallstift ist der Länge nach zweifach geschlitzt, damit durch die federnde Wirkung ein innigerer Contact hergestellt werde, ausserdem ist er mit einem Knopfe von isolirendem Materiale versehen.

In der Regel werden an den oberen Lamellen die von den Leitungen und von der Erdleitung kommenden Drähte, an die unteren Lamellen die zu den Apparaten führenden Drähte befestigt.

Mit dem Lamellenwechsel lassen sich die zahlreichsten Combinationen ausführen, wie eine einfache Betrachtung desselben lehrt, und findet daher derselbe überall dort Anwendung, wo in ein Telegraphenlocal mehrere Linien einmünden.

Bei den Stöpselumschaltern werden die einzelnen Messinglamellen in einer Ebene nebeneinander auf ein Grundbrett oder direct auf die Platte des Tisches so aufgeschraubt, dass die kreissegmentartigen Ausschnitte der Lamellen mit einander correspondiren. Die Verbindung der einzelnen Lamellen geschieht durch konisch zulaufende Stöpsel mit isolirtem Knopfe. Die Form und Anordnung der einzelnen Lamellen ist, je nach den Verwendungszwecken, eine sehr verschiedene. Die gebräuchlichsten Formen derselben sind aus Fig. 85—88 ersichtlich, und ist die Art und Weise ihrer Anwendung, unter Berücksichtigung der schematisch angedeuteten Verbindung mit den Linien und Apparaten, leicht zu erklären.

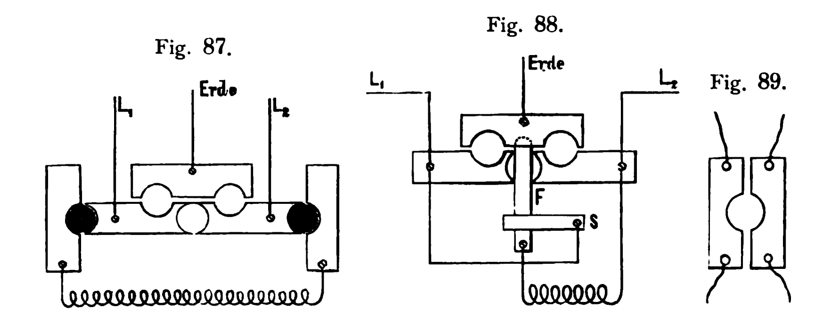


Fig. 87. Fig. 88. Fig. 89.

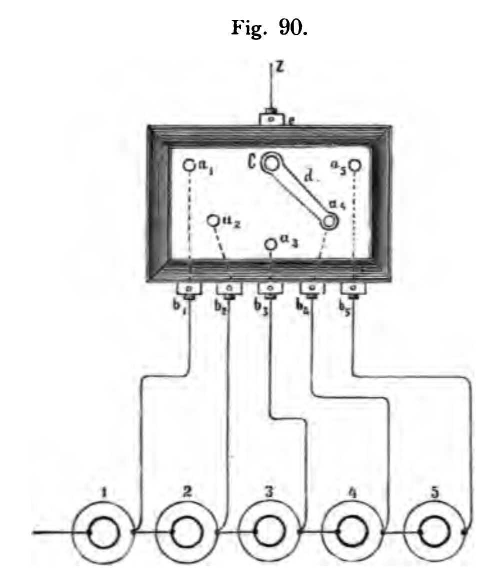
Die Ausschalter (Fig. 89) gehören auch in die Kategorie der Umschalter, doch dienen dieselben nur dem Zwecke, einzelne Apparate oder Batterien aus der Linie auszuschalten. Bei den Apparaten werden dieselben zweckmässig durch an die Grundbretter derselben angeschraubte Ausschalteklemmen ersetzt.

Bei dem Umschalter in Fig. 88 ist noch die Einrichtung getroffen, dass bei Ausschalten der Station durch directe Verbindung der beiden unteren Lamellen die Verbindung der Linie mit den Apparaten aufgehoben wird, indem der eingesteckte Stöpsel die Feder *F*, welche normal an den Contactbügel *S* ansteht, von demselben abdrückt.

Der Batteriewechsel (Fig. 90) hat den Zweck, nach Belieben und Bedarf die zur Disposition stehenden Batterien

der Reihe nach in die Linie ein- oder aus derselben auszuschalten. Durch Umstellen der um *c* drehbaren Kurbel *d* auf die Punkte a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 werden der Reihe nach die Elemente 1, 2, 3, 4, 5 ein-, durch entgegengesetztes Drehen ausgeschaltet.

Fig. 90.



§ 82. Die Blitzschutz-Vorrichtungen.

Die atmosphärische Elektricität, wie wir sie bei Gewittern in ihren elementarsten Wirkungen sehen können, wirkt naturgemäss auf die Telegraphenleitungen und insbesondere auf die dünnen Multiplicationsdrähte der Apparate schädlich ein, und kann durch Abschmelzen der Drähte, Zerstörung der Leitungen und Apparate nicht nur den Telegraphenbetrieb dauernd schädigen, sondern auch die Gesundheit und das Leben der Telegraphenbediensteten gefährden.

Die Wirkung der atmosphärischen Elektricität kann eine zweifache sein. Bei Gewittern kann man die einzelnen Wolken als mit Elektricität erfüllte oder geladene Conductoren betrachten, welche von einem Nichtleiter (atmosphärische Luft) umgeben sind. Bei dem Bestreben der Elektricität, sich

auszugleichen, das heisst umgebende Körper auf den gleichen elektrischen Zustand zu bringen, wird dieselbe von dem geladenen Körper auf den nicht oder entgegengesetzt geladenen Körper dann übergehen, wenn die beiden Körper sich so weit nähern, dass die Elektricität den Widerstand des Isolators zu überwinden vermag. Bei der hohen Spannung der Elektricität in den Wolken sind die Widerstände, welche dieselbe zu überwinden vermag, sehr bedeutende, und wird daher dieser Ausgleich schon auf grosse Entfernungen hin mit grosser Heftigkeit, unter den als Blitz bekannten Lichterscheinungen, erfolgen.

Nähert sich nun eine geladene Wolke der Telegraphenleitung auf eine solche Entfernung, dass der Widerstand der Luft überwunden werden kann, so wird die Elektricität von der Wolke auf die Leitung überspringen und sich rasch in derselben weiter verbreiten. Die in die Leitung übergehende Elektricität besitzt jedoch noch eine so hohe Spannung, dass sie nicht nur in die Erde, sondern auch auf naheliegende Gegenstände überzugehen trachtet und auf dieselben überspringen wird, sobald sie den Luftwiderstand zu überwinden vermag. Sie wird daher insbesondere in den Bureaulocalitäten leicht auf die Apparate und selbst auf den manipulirenden Telegraphisten übergehen können. Ausserdem bewirkt diese hochgespannte Elektricität bei ihrem Durchgange durch die Leitungen eine so hohe Erwärmung derselben, dass oft der 5 mm starke Leitungsdraht abschmilzt und in Stücken zu Boden fällt. Ein Abschmelzen der Spulendrähte würde bei dem directen Ausgleich der atmosphärischen Elektricität in die Leitung unter allen Umständen stattfinden, wenn nicht durch besondere Schutzvorrichtungen deren Einwirkung ganz oder zum grössten Theile unschädlich gemacht würde.

Tritt jedoch die mit Elektricität geladene Wolke nicht so nahe an die Telegraphenleitung heran, dass eine directe Entladung in dieselbe erfolgen kann, so wirkt dieselbe dennoch vertheilend auf die gebundene positive und negative Elektricität der Leitung (§ 15). Die ungleichnamige Elektricität wird angezogen, die gleichnamige Elektricität wird abgestossen. Sei die vorbeiziehende Wolke beispielsweise mit negativer Elek-

tricität geladen, so wird die positive Elektricität der Leitung angezogen, die negative Elektricität derselben abgestossen und wird die letztere durch die Leitung in die Erde abfliessen. Zieht nun die Wolke vorbei, so wird die durch Anziehung der Wolke gebunden gewesene positive Elektricität frei und strömt ebenfalls zur Erde. Es werden demnach bei jedem Vorbeiziehen einer mit freier Elektricität geladenen Wolke zwei elektrische Ströme in den Leitungen entstehen. Die durch die Vertheilung frei werdende Elektricität der Leitung ist jedoch ebenfalls von so hoher Spannung, dass sie von einem Leiter auf den andern überzuspringen und auch die dünnen Multiplicationsdrähte abzuschmelzen vermag. Da directe Entladungen der atmosphärischen Elektricität in die Leitungen zu den Seltenheiten gehören, die Influenzströme aber während der Gewitter sehr zahlreich auftreten, sind es die letzteren, welche das bekannte Knistern in den Blitzplatten hervorbringen.

Zur Abwehr der schädlichen Einflüsse der atmosphärischen Elektricität verwendet man nun verschiedene Arten der Blitzschutzvorrichtungen.

Die Blitzplatten sind die jetzt am häufigsten verwendeten derartigen Vorrichtungen und beruhen, wie alle ähnlichen Apparate, darauf, dass man zwei Metallkörper, deren einer direct mit der Erde, der andere mit der Leitung verbunden ist, einander möglichst nähert, um das Ueberspringen der hochgespannten atmosphärischen oder Influenz-Elektricität und somit den Uebergang derselben in die Erde zu erleichtern.

Sie bestehen (Fig. 91 u. 92) aus $1\frac{1}{2}$ cm dicken, 7—9 cm breiten und 16—18 cm langen metallenen oder gusseisernen Platten $A\,A_1$, welche auf die Erdplatte B, von derselben durch dünne Ebonitplättchen getrennt, aufgesetzt werden. Dieselben sind mit Handhaben zum Abheben versehen. Sowohl die beiden oberen Platten, Luftlamellen genannt, als die Erdplatte sind an den einander gegenüberstehenden Seiten entweder eben oder häufiger mit Rippen versehen. Das seitliche Verschieben der Luftlamellen oder oberen Platten wird durch isolirte Säulchen b verhindert. Da die Luftplatten den Erd-

platten auf circa 0·5 mm genähert werden, findet das Ueberspringen der atmosphärischen Elektricität sehr leicht statt,

Fig. 91.

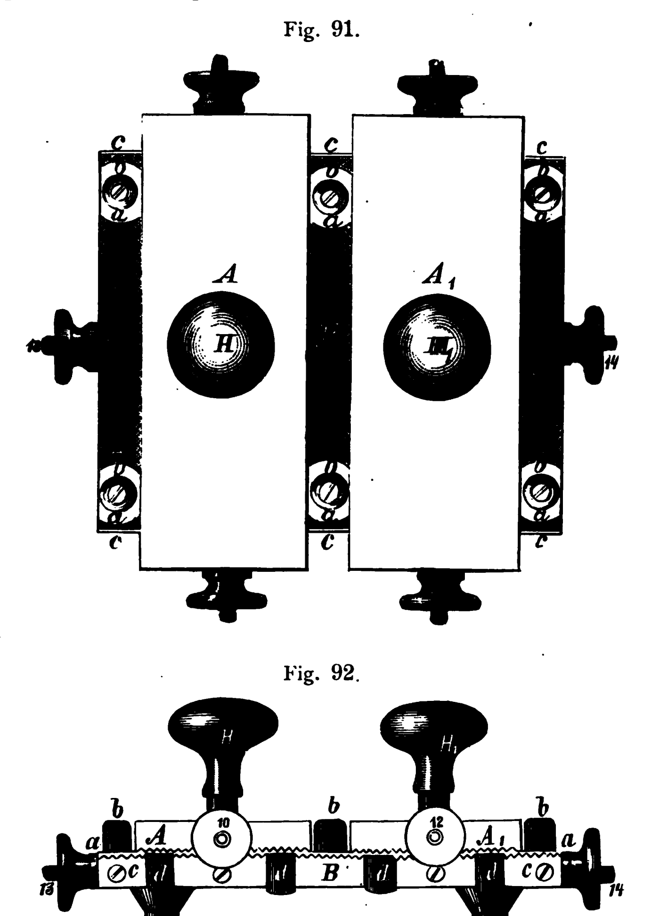


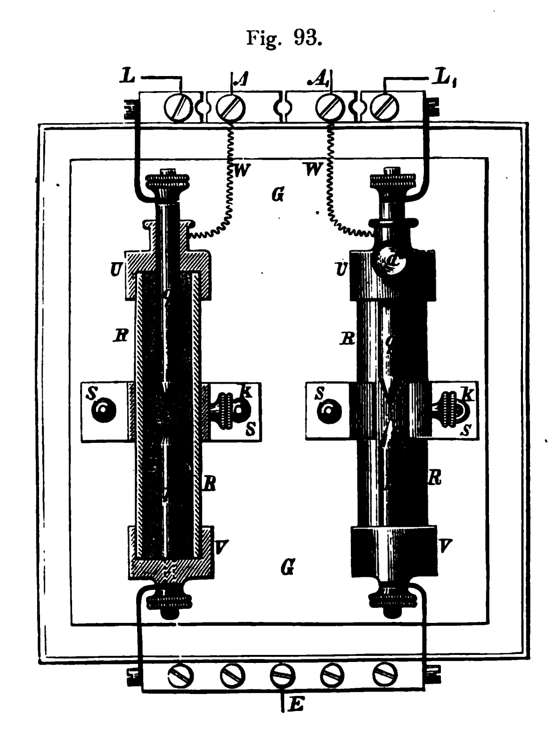
Fig. 92.

wogegen der elektrische Strom diesen Widerstand nicht zu überwinden vermag und seinen Weg durch die Apparate und Leitungen nimmt.

Eine sehr zweckmässige Blitzschutzvorrichtung ist der sogenannte Blitzsteg. Auf einem Fussbrette (Fig. 93) sind

zwei, aus federnden Theilen zusammengesetzte Messingständer *S* aufgeschraubt, von welchen je eine Glasröhre festgehalten wird. Mit den Messinghülsen *U*, *V*, welche die Glasröhren verschliessen, sind zwei in eine Platinspitze auslaufende Messingcylinder, *p* und *q*, verbunden und ragen in die Glasröhre hinein. Der Messingcylinder *q* kann, um die beiden Spitzen in den

Fig. 93.



durch eine Marke bezeichneten richtigen Abstand von circa 0·75 mm zu bringen, verschoben und durch die Klemmschraube *d* festgeklemmt werden. Die Glasröhren werden nun mit einem Gemenge von 50 Procent Holzkohlenpulver und 50 Procent reiner Magnesia angefüllt.

Die Luftlinie geht mittelst eines dicken Drahtes direct zum Cylinder *q* und von da mittelst dünnen, spiralförmig gewundenen und isolirten Neusilberdrahtes *W* zu den Appa-

raten. Der Cylinder p steht mit der Erdleitung E in Verbindung. Ausser dem Ueberspringen der atmosphärischen Elektricität von dem Cylinder q auf den Cylinder p werden noch die nach jeder atmosphärischen Entladung entstehenden Extraströme (§ 40), welche zwar nicht kräftig genug sind, um überzuspringen, dennoch aber auf die Bureau-Apparate schädigend einwirken, unschädlich gemacht. Es bringt nämlich der von der Luft zur Erdlamelle überspringende Entladungsfunke das in kaltem Zustande schlecht leitende Gemenge von Holzkohle und Magnesia zum Glühen und macht es so leitend, dass der hinter der Entladung folgende Extrastrom in die Erde, statt in die Apparate übergeht. Das fast momentan erkaltende Gemenge wird sofort wieder so nichtleitend, wie früher.

E. Die Morseschrift.

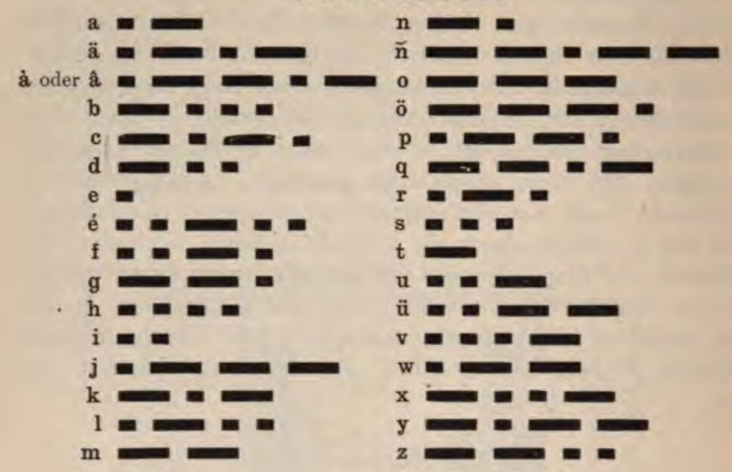
§ 83. Morsezeichen.

Da durch den Schreibapparat die Zeichen nur als farbige oder erhabene Striche erscheinen, deren Länge von der Willkür des Telegraphirenden abhängt, können die Zeichen nur aus entsprechender Gruppirung von längeren und kürzeren Strichen gebildet werden. Hiefür wurden nur zwei Dimensionen der Striche gewählt: ein längerer, der Strich; ein kurzer, der Punkt, und werden die Buchstaben des Alphabets, die Ziffern, die Interpunktionszeichen nur aus Combinationen dieser zwei Zeichen zusammengesetzt.

§ 84. Morsealphabet.

Das Morsealphabet zeigt die nachstehende Tabelle.

Buchstaben:



Zahlen

	ausgeschrieben:	abgekürzt:
1	· – – – –	· –
2	· · – – –	· · –
3	· · · – –	· · · –
4	· · · · –	· · · · –
5	· · · · ·	· · · · ·
6	– · · · ·	– · · · ·
7	– – · · ·	– · · ·
8	– – – · ·	– · ·
9	– – – – ·	– ·
0	– – – – –	–
Bruchstrich	– – – – – – – –	

Interpunktionszeichen u. s. w.:

Punkt	[.]	· · · · · ·
Semikolon	[;]	– · – · – ·
Komma	[,]	· – · – · –
Kolon, Doppelpunkt	[:]	– – – · · ·
Fragezeichen	[?]	· · – – · ·
Ausrufungszeichen	[!]	– – · · – –
Apostroph	[']	· – – – – ·

Alinea, Zeichen für den Anfang einer neuen Zeile	· — · — · ·
Bindestrich [-]	— · · · · —
Parenthese (vor und nach den einzuschliessenden Worten) [()]	— · — — · —
Anführungszeichen (vor und nach den durch solche zu markirenden Worten) [„“]	· — · · — ·
Unterstreichungszeichen (vor und hinter die zu unterstreichenden Worte und Satztheile zu setzen)	· · — — · —
Zeichen zur Trennung des Kopfes des Telegrammes von der Adresse, der Adresse vom Texte und des Textes von der Unterschrift	— · · · —

Dienstzeichen:

Staatstelegramm	· · ·
Diensttelegramm (Amtstel.)	· —
Privattelegramm	· — — ·
Anruf, jeder Uebermittelung vorangehend	— · — · —
Verstanden	· · · — ·
Irrung (Unterbrechung)	· · · · · · · · ·
Schluss der Uebermittelung	· — · — ·
Aufforderung zum Geben	— · · · · — ·
Warten	· — · · ·
Quittung	· — · · — · · — ·

Für die Länge gilt als Einheit, dass ein Strich gleich drei Punkten, der Zwischenraum zwischen Strich und Strich, Strich und Punkt, Punkt und Punkt eines Zeichens gleich einem Punkte, der Zwischenraum zwischen zwei Buchstaben gleich einem Strich, der Zwischenraum zwischen zwei Worten gleich zwei Strichen genommen wird.

F. Der Stromlauf und die Apparatverbindungen.

§ 85. Unterschied des Stromlaufes einer Arbeits- und einer Ruhestromlinie.

Damit zwischen zwei Stationen telegraphirt werden kann, muss die leitende Verbindung zwischen denselben und den

zugehörigen Apparaten hergestellt sein. In der Art und Weise der Verbindung der Apparate wird jedoch, je nachdem das System des Arbeits- oder Ruhestromes gewählt wurde, ein Unterschied sein.

Eine Vergleichung des Stromlaufes zweier Telegraphenlinien, die eine mit Ruhestrom, die andere mit Arbeitsstrom betrieben, wird den Unterschied klarstellen.

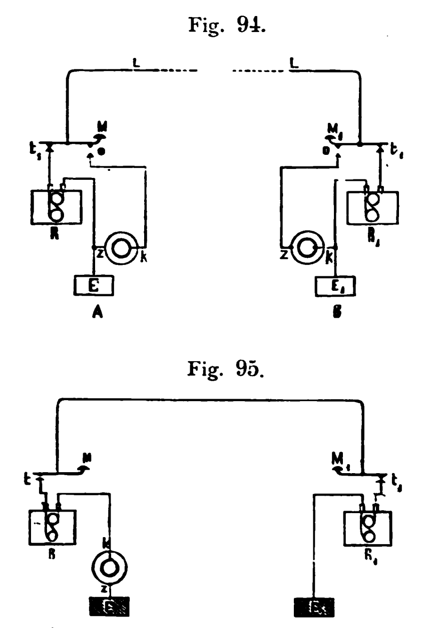


Fig. 94.

Fig. 95.

Stellt A (Fig. 94) die eine Station, B die mit dieser Station durch die Telegraphenleitung L verbundene zweite Station dar, so sieht man, dass die Leitung vollkommen geschlossen ist, dass aber in derselben kein Strom circuliren kann, weil die Contacte bei O und O_1 unterbrochen sind und somit die leitende Verbindung mit den Batterien nicht hergestellt ist. Wird jedoch der Taster M in A niedergedrückt, so wird der Contact bei O geschlossen und die Batterie eingeschaltet. Der Strom findet seinen Weg vom Kupferpole der Batterie über $O\,M\,L\,M_1\,t_1$, durch das Relais R_1 in die Erde E_1, durch dieselbe nach E zum Zinkpole der Batterie zurück. Der Strom wird in dem Elektromagnete des Relais R_1 zur Wirkung gelangen, und dasselbe durch den Schluss der Localkette (hier ist der Localschluss nicht gezeichnet) auf dem Schreibapparate die Zeichen hervorbringen. Die zweite Batterie in B gelangt hierbei nicht zur Wirksamkeit.

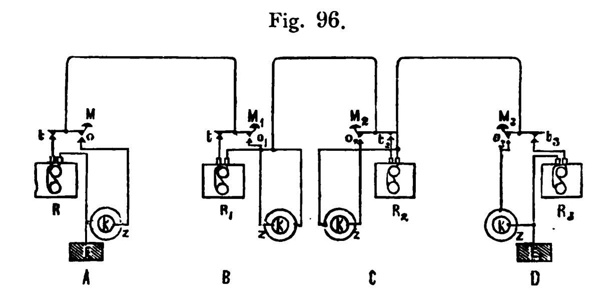
Will B mit A sprechen, so wird durch Niederdrücken des Tasters die Batterie in B eingeschaltet, und der von ihr entsendete Strom auf das Relais in A einwirken, wobei die Batterie in A ebenfalls nicht zur Wirkung gelangt.

Bei der Ruhestromschaltung (Fig. 95) ist nur in *A* eine Batterie eingeschaltet und der Stromkreis normal geschlossen, so dass die Anker der beiden Relais in *A* und *B* stets von den Elektromagneten angezogen bleiben. Die Zeichen werden in *A* und *B* durch Niederdrücken des Tasters hervorgerufen, wodurch der Contact bei *t* bezw. t_1 geöffnet, der Strom somit unterbrochen wird.

§ 86. End- und Mittelstationen.

Es ist einleuchtend, dass in jeder Telegraphenleitung mehrere Telegraphenstationen eingeschaltet werden können,

Fig. 96.



wenn nur die Stromquelle hinreichend stark ist, um in den Elektromagneten der einzelnen Apparate den erforderlichen Magnetismus hervorzurufen, und dass in diesem Falle in sämmtlichen eingeschalteten Stationen die telegraphischen Zeichen gleichzeitig erhalten werden, somit eine und dieselbe Nachricht von der telegraphirenden Station mit einer einzigen Manipulation an mehrere, nur in derselben Leitung eingeschaltete Stationen befördert werden kann.

Die Verbindung der Leitungen mit den Apparaten der zwischenliegenden Stationen, Zwischenstationen genannt, muss, da die Leitung nicht direct von den Apparaten zur Erde geht, eine etwas abweichende von den beiden, den Abschluss der Telegraphenleitung bildenden Endstationen sein.

Die Art und Weise der Verbindungen dieser Zwischenstationen ist aus Fig. 96 für Arbeitsstrom und Fig. 97 für Ruhestrom, bei Verfolgung des Stromlaufes von dem Kupfer-

pole der Batterie durch die Leitung, Apparate und Erde zum Zinkpole zurück, sofort verständlich.*)

Bei der Ruhestromschaltung ist also für sämmtliche Telegraphenstationen nur eine Batterie erforderlich, es bleibt sich aber für die Wirkung vollkommen gleich, ob die Anzahl

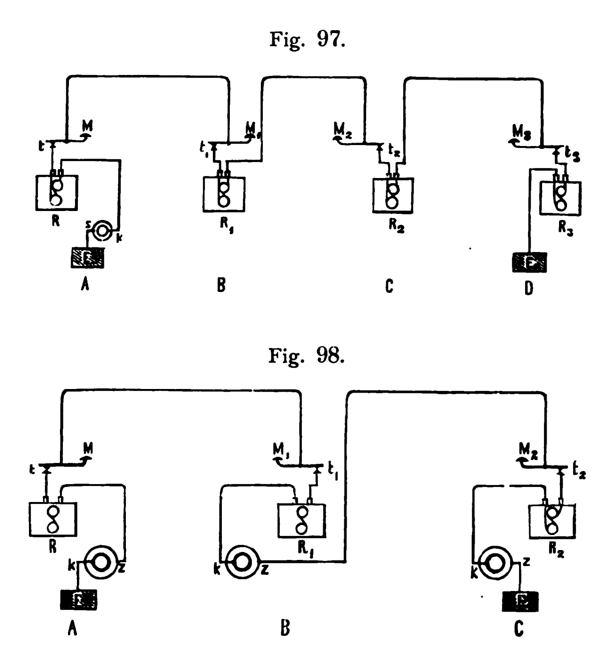


Fig. 97.

Fig. 98.

der Elemente in einer Station allein untergebracht, oder ob dieselben, wie sich dies aus mancherlei Gründen empfiehlt, auf mehrere oder sämmtliche Stationen vertheilt werden. Das Stromlaufschema Fig. 98 zeigt eine derartige Vertheilung der Batterien auf die einzelnen Stationen, und ist die Gesammtsumme der in den einzelnen Stationen vertheilten Elemente so gross, als die Batterie Elemente enthalten müsste, wenn

*) Es kann dem Anfänger nicht genug empfohlen werden, bei dem Studium der Einschaltungen stets den Stromlauf von dem einen Pole der Batterie aus zu verfolgen. Sieht er, dass der Weg zum zweiten Pole der Batterie nicht gefunden werden kann, so ist dies ein Zeichen, dass die Einschaltung eine falsche ist.

sie nur in einer Station aufgestellt wäre. In welcher Station diese Batterie aufgestellt ist, ob im Anfang, am Ende oder in der Mitte der Leitungskette, bleibt vollkommen gleichgiltig.

§ 87. Vergleich zwischen Arbeitsstrom und Ruhestrom.

Da bei Arbeitsstrom in jeder Station eine Batterie von solcher Stärke aufgestellt werden muss, um sämmtliche Apparate der in die Leitung eingeschalteten Stationen zum Ansprechen zu bringen, so wird sich die Anzahl der erforderlichen Batterien so oftmal multipliciren, als Stationen in die Leitung eingeschaltet sind. Die Stromstärke dieser Batterien wird, wenn auch in den einzelnen Stationen dieselbe Anzahl von Elementen aufgestellt wird, doch nicht stets die gleiche sein, da dieselbe nicht allein von der Anzahl der Elemente, sondern auch von der mehr oder minder sorgfältigen Instandhaltung der Batterien, von der grösseren oder geringeren Abnützung der Elektroden, von den Temperaturverhältnissen etc. abhängt. Diese verschiedenen Stromstärken bedingen nun, dass die Apparate, je nachdem die eine oder die andere Station correspondirt, entsprechend regulirt werden müssen, was vielfache Schwierigkeiten herbeiführt.

Bei Ruhestrom ist dieser Uebelstand durch die stets gleiche Stromstärke vermieden, auch ist die Anzahl der erforderlichen Elemente, beziehungsweise Batterien, im Verhältniss zum Arbeitsstrom eine sehr geringe, da, wenn z. B. in einer Leitung mit zehn Zwischenstationen 40 Elemente für den Ruhestrom erforderlich wären, bei Arbeitsstrombetrieb für dieselbe Leitung die zehnfache Anzahl, das heisst 400 Elemente verwendet werden müssten.

Doch sind die Ruhestromleitungen für Nebenschlüsse (Stromverzweigungen; § 35) sehr empfindlich, und ist, da dieselben selbst bei den besten Leitungen, insbesondere bei nassem Wetter nicht vermieden werden können, für die Länge der Leitungen hierdurch eine Grenze gegeben, während bei Arbeitsstromleitungen diese Grenze, ohne Störung des Betriebes, um das Drei- und Vierfache überschritten werden kann.

Es wird sich daher empfehlen, den Ruhestrombetrieb für kurze Leitungen mit vielen Zwischenstationen, sogenannte

Omnibuslinien, den Arbeitsstrombetrieb für lange Leitungen mit wenig Zwischenstationen, sogenannte durchlaufende oder directe Linien, einzuführen.

Bezüglich der Betriebskosten selbst ist dem Arbeitsstrome, da die Batterien nur während der Arbeit des Telegraphirens Material consumiren, und für dieselben auch inconstante, wenig consumirende Elemente verwendet werden können, gegenüber dem Ruhestrome, welcher die Verwendung constanter Elemente bedingt, der Vorzug einzuräumen.

Doch können die Betriebskosten, bei der hohen Wichtigkeit des Telegraphen, weder für das eine noch das andere System ausschlaggebend und für die Wahl der Methode nur der Zweck maassgebend sein.

Für den Eisenbahnbetrieb, wo der Fall zutrifft, dass viele nahe aneinander gelegene Stationen in eine Linie eingeschaltet werden müssen, und wo der Länge der Leitungen schon dadurch eine Grenze gegeben ist, dass bei der starken Inanspruchnahme des Telegraphen durch die Betriebscorrespondenz, die Anzahl der in einer Linie einzuschaltenden Stationen nur eine beschränkte sein kann, wurde fast allgemein, mit nur wenigen Ausnahmen, der Ruhestrom acceptirt.

§ 88. Uebertragungsstationen.

Wenn in einer Endstation zwei Telegraphenlinien zusammenstossen, deren eine sozusagen die Fortsetzung der anderen Telegraphenlinie bildet, so wird sehr häufig und speciell im Eisenbahndienste, bei welchem der Inhalt mancher Depesche für sämmtliche Stationen von Wichtigkeit ist, die Uebertragung dieser Depeschen von der einen Linie auf die andere Linie nothwendig werden. Da man aus Zweckmässigkeitsgründen die einzelnen Telegraphenlinien meist viel kürzer macht, als dies für die Sicherung der Correspondenz nothwendig wäre, so kann diese Uebertragung in den meisten Fällen dadurch erfolgen, dass man diese beiden Linien durch einfache Umsteckung der Stifte direct mit einander verbindet. Eine solche Station, welche für jede der beiden Linien ein separates Apparatsystem haben muss, und in welcher der Manipulant

die Verbindung der beiden getrennten Leitungen herstellt, heisst man Uebertragungsstation.

Läuft jedoch die eine Telegraphenlinie durch die Station durch, so dass letztere für diese Leitung als Mittelstation zu betrachten ist, und zweigen von dieser Station eine zweite oder auch mehrere Telegraphenlinien ab, für welche diese Station als Endstation anzusehen kommt, so nennt man eine solche Station Abzweigestation. Auch hier wird die Uebertragung von Depeschen von der einen oder andern Linie auf die Zweiglinie stattfinden können, doch ist diese Uebertragung nur einseitig und zwar von demjenigen Theile der Linie möglich, in deren Ausgangsstation der gleiche Batteriepol zur Erde geht, wie in der Abzweigestation für die Zweigleitung. Es würden sich sonst, wie dies die schematische Darstellung Fig. 99 und 100 zeigt, die Batterien entgegenwirken, und die Linie stromlos oder der Strom so geschwächt werden, dass eine Correspondenz unmöglich wäre.

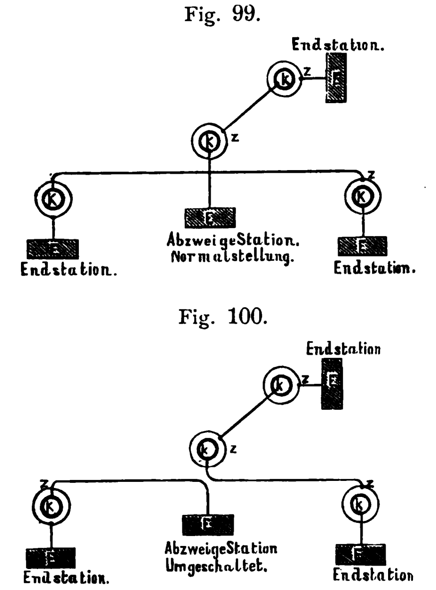


Fig. 99.

Fig. 100.

§ 89. Translationsstationen.

Sind die beiden, in einer Station zusammenstossenden Telegraphenleitungen bereits so lang, dass bei einer directen Verbindung der Telegraphenbetrieb nicht vollständig gesichert ist, so bedient man sich zur Vermittelung der Correspondenz zwischen der einen Linie und der andern Linie gewisser Vorrichtungen, welche die Zeichen automatisch übertragen, welche also bei Ruhestrom, wenn die eine Leitung unterbrochen wird, die zweite Leitung unterbrechen und bei Schluss

des Stromkreises in der ersten Leitung das Gleiche in der zweiten Leitung bewirken.

Diese Vorrichtungen werden Uebertragungsvorrichtungen oder Translationen genannt. Die Telegraphenstationen, in welchen derartige Vorrichtungen untergebracht sind, heissen Translationsstationen.

§ 90. Apparatverbindungen.

Die Reihenfolge, in welcher die einzelnen Apparate und sonstigen Vorrichtungen, sowie die Batterien mit den Leitungen und unter einander verbunden werden können, ist keine gesetzmässige. Doch ist es als selbstverständlich anzunehmen, dass die Blitzschutzvorrichtungen vor Allem mit den Linien verbunden werden und von diesen die Drähte zu den Apparaten abgehen. Ferners wird als Regel angenommen, dass die Linienbatterie, wenn eine solche überhaupt vorhanden ist, zur leichteren Untersuchung der eigenen Apparate bei Eintritt von Störungen erst hinter dem Linienwechsel eingeschaltet wird.

Da die Arbeitsstromschaltungen für den Eisenbahntelegraphen nur wenig in Betracht kommen, wird nur eine der vielen möglichen Schaltungsmethoden (Fig. 101), und zwar sowohl für Mittel- als Endstationen, zur Darstellung gebracht.

Zum leichteren Verständniss der in Fig. 101 und 102 (Fig. 102 siehe als Tafel am Ende dieses Werkes) dargestellten Schaltungen wurde für dieselben eine einheitliche Bezeichnung der Apparate gewählt. Da Kreuzungen der einzelnen, die Drahtverbindungen darstellenden Striche in der Zeichnung nicht vermieden werden können, sind jene Stellen, an welchen zwei Drähte metallisch, das heisst leitend mit einander verbunden sind, durch einen starken Punkt besonders gekennzeichnet, eben so wie bei den Umschaltern, wo die verschiedenen Stiftsteckungen ebenfalls durch Ausfüllung der sonst leer gelassenen Stellen hervorgehoben werden.

Die gewählten Bezeichnungen sind: *P* für die Blitzschutzvorrichtung, *W* für den Linienwechsel oder Umschalter, *G* für das Galvanometer, *T* für den Taster, *R* für das Relais, *S* für den Schreibapparat, *LB* für die Linienbatterie, *OB* für die Local- oder Ortsbatterie und *E* für die Erdverbindung.

Die Verbindungen der Localkette sind zur besseren Orientirung durch gestrichelte Linien, die Erdverbindungen

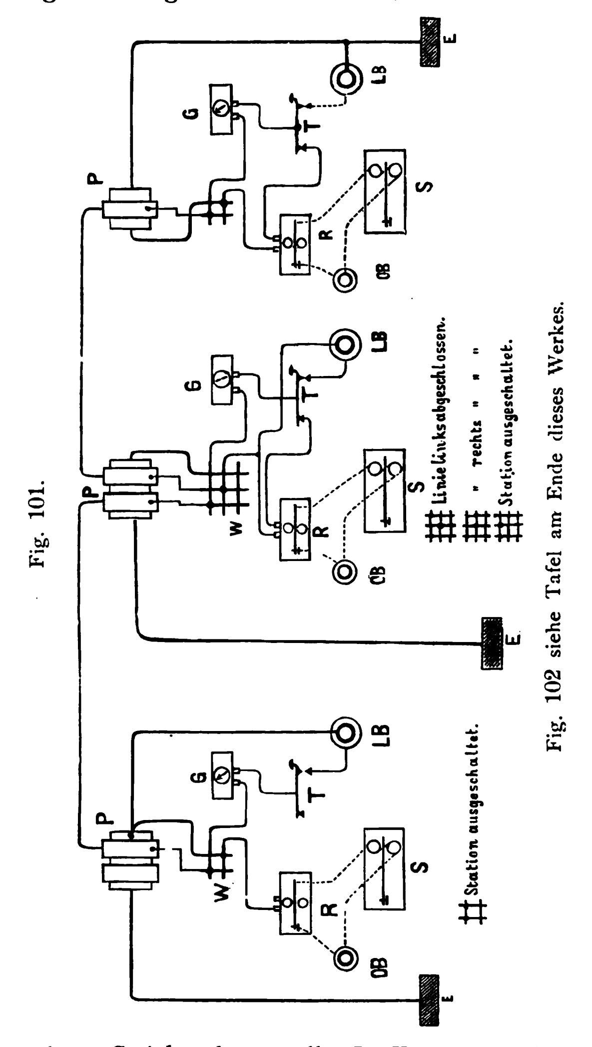


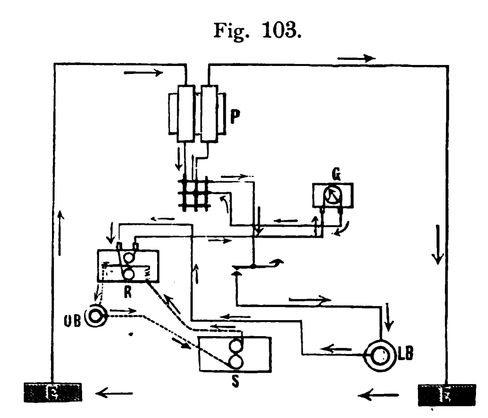
Fig. 101.

Fig. 102 siehe Tafel am Ende dieses Werkes.

durch stärkere Striche dargestellt. In Fig. 102 (siehe Tafel am Ende dieses Werkes) sind nun eine grössere Anzahl von Ruhestromschaltungen zur Ansicht gebracht, und wurden dieselben

als in eine Telegraphenleitung eingeschaltet dargestellt. Ein genaues Verfolgen der Drahtverbindungen, wobei es sich stets empfiehlt, vom Kupferpole der Batterie auszugehen, wird mehr zum Verständniss der Apparatverbindungen beitragen, als das Studium der speciellen Beschreibung des Stromlaufschemas, und wird deshalb eine solche als überflüssig weggelassen. Da die Stiftstellungen sowie deren Zweck für jede Apparatverbindung speciell angeführt sind, so ist auch diesbezüglich ein näheres Eingehen nicht nöthig. Beim Verfolgen einer dargestellten Apparatverbindung ist es nicht nöthig, die ganze Leitungsverbindung bis zur Erde zu verfolgen, sondern man kann sich die beiden, von der Blitzplatte, beziehungsweise auch dem Lamellenwechsel in die Linie auslaufenden Drähte als direct zur Erde gehend denken. (Fig. 103.)

Fig. 103.



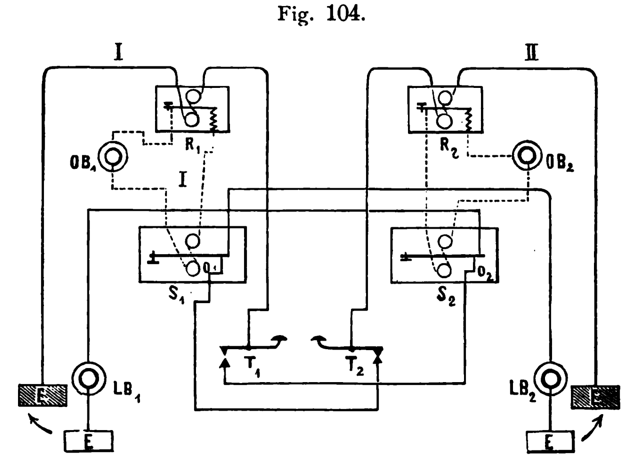
§ 91. **Die Translationsschaltungen.**

Der schon sub § 89 erwähnte Zweck der Translationen, die Correspondenzen der einen Telegraphenlinie auf die andere und vice versa automatisch zu übertragen, bedingt jedoch besondere Vorrichtungen an einzelnen Apparaten. In den meisten Fällen ist es der Schreibapparat, welcher diese Uebertragung bewerkstelligt, indem die Ankerbewegung desselben dazu benützt wird, entweder während der Dauer der Ankeranziehung eine Batterie in den zweiten Stromkreis einzuschalten (Arbeitsstrom), oder den Stromkreis der zweiten Linie zu unterbrechen (Ruhestrom). Für Arbeitsstrom lässt sich diese Aufgabe einfach lösen, indem man durch Anbringung eines Contactes, welcher durch den Ankerhebel bei dessen Anziehung geschlossen wird, die Einschaltung der Batterie leicht bewerkstelligen kann.

Anders ist es bei Ruhestrom, wo die Unterbrechung der einen Linie auf die andere Linie rückwirkt und auch deren Stromkreis unterbricht.

Um sich dies vorzustellen, denke man sich zwei Linien mit je einem gesonderten Apparatsystem in eine Station einmündend, und an jedem Schreibapparate einen natürlich isolirten Contact angebracht und die Linien so geführt, dass der Strom der ersten Linie durch den Contact des Schreibapparates der zweiten Linie, und der Strom der zweiten Linie durch den Contact des Schreibapparates der ersten Linie hindurchgehe (Fig. 104).

Fig. 104.



Die beiden Stromkreise sind in der Ruhelage geschlossen. Die Anker der Schreibapparate sind, da die Localkette nicht geschlossen ist, von den Elektromagneten abgerissen. Wird nun beispielsweise auf der Linie *I* der Strom durch Tasterdrücken unterbrochen, so wird der Relaisanker des zugehörigen Apparatsystems *I* abgerissen, schliesst die Localkette und bewirkt hierdurch die Anziehung des Ankerhebels am Schreibapparate. Durch diese Anziehung wird der Contact O_1 für die zweite Linie aufgehoben und somit der Strom in der zweiten Linie unterbrochen. Diese Unterbrechung der zweiten Linie bewirkt aber durch Schluss der Localkette die Anziehung des Ankerhebels des zweiten

Schreibapparates und hierdurch Unterbrechung der ersten Linie durch Aufheben des Contactes bei O_2. Es wird also, da beide Linien unterbrochen sind, und selbst wenn der Taster wieder in die normale Lage zurückkehrt, unterbrochen bleiben müssen, eine Correspondenz absolut unmöglich sein. Um daher

Fig. 105.

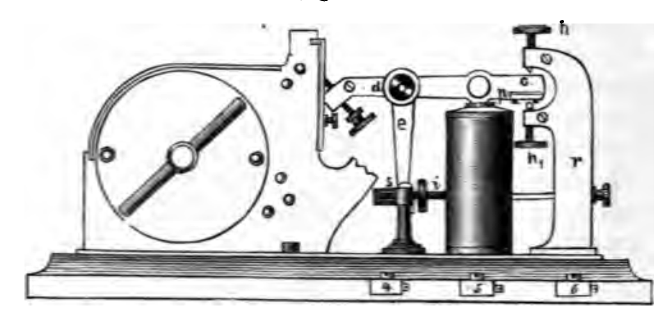
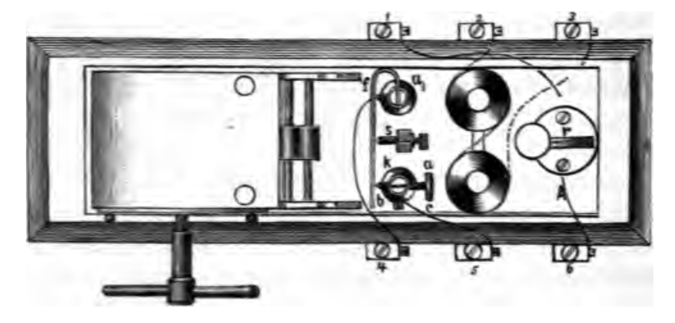


Fig. 106.



eine automatische Uebertragung möglich zu machen, muss diese rückwirkende Unterbrechung der einen auf die andere Linie beseitigt werden.

Dies kann dadurch bewirkt werden, dass man an jedem Schreibapparate noch einen zweiten Contact anbringt, durch welchen der Localstrom der zweiten Linie hindurchgehen muss und ebenfalls unterbrochen wird, sobald eine Anziehung des Ankerhebels erfolgt. Hierdurch kann, da durch den einen Schreibapparat zu gleicher Zeit die zweite Linie unterbrochen

und ein Schliessen des zweiten Localstromkreises unmöglich gemacht ist, der zweite Schreibapparat nicht zum Ansprechen gelangen und somit auch nicht die zweite Linie unterbrechen.

In Fig. 105 und 106 ist ein derartiger Schreibapparat dargestellt. Auf der Grundplatte *A* sind zwei kleine Ständer $a\, a_1$, von derselben durch Elfenbein isolirt, aufgeschraubt. Der vordere dieser Ständer trägt eine Stahlschraube *c* mit Platincontact. In dem hinteren Ständer ist eine U-förmig gebogene Metallfeder *F* in einem Schlitze eingeklemmt und mittelst einer Schraube festgehalten. Diese Feder reicht bis zum Ständer *a* und trägt gegenüber der Contactschraube dieses Ständers ebenfalls einen Platincontact, welcher sich federnd an dieselbe anlegt.

Der mit der Klemme 6 verbundene Limitirungsständer *r* ist auf die Grundplatte *A* ebenfalls isolirt aufgesetzt und ist dessen obere Limitirungsschraube *h* mit einem Platincontact versehen.

Der Schreibhebel trägt an seinem unteren Arme *e* eine Stellschraube *S* mit isolirter Spitze, welche den metallischen Contact des Hebels mit der Feder *F* hindert. Die Abreissfeder, welche sonst die leitende Verbindung zwischen dem Ankerhebel und dem Ständer *r* vermitteln würde, wird isolirt an demselben befestigt.

Durch Einsetzen eines Elfenbeinplättchens *p* an dem rückwärtigen Arme *c* des Schreibhebels wird in der Arbeitslage die direct metallische Verbindung des Schreibhebels mit dem Ständer *r* hintangehalten, während ein an der Oberseite der Limitirungsschraube *h* gegenüber angebrachter Platincontact diese Verbindung in der Ruhelage herstellt.

Die Grundplatte des Apparates ist nun mit der Klemme 1, die Elektromagnetwindungen sind mit den Klemmen 2 und 3, der Ständer a_1 ist mit der Klemme 4, der Ständer *a* mit der Klemme 5 und endlich der Ständer *r* mit der Klemme 6 verbunden, und gehen von diesen Klemmen die Drähte wie folgt:

Von 1 und 6 zur Localbatterie des zweiten Systems, von 2 und 3 zur eigenen Localbatterie, von der Klemme 4 zur Luftleitung des zweiten Systems, von Klemme 5 zur Erde.

Wie zu sehen ist, wird bei Anziehung des Schreibhebels sowohl die Verbindung mit dem Localschlusse als auch der

Luftleitung des zweiten Systems unterbrochen, beim Abreissen des selben dagegen wieder hergestellt. Doch erfolgt diese Unterbrechung nicht gleichzeitig, da in Folge der federnden Wirkung der Linienschluss einen Moment später als der Localschluss unterbrochen wird. Es wird damit eine gleichzeitige Unterbrechung beider Leitungen hintangehalten und hierdurch eine Unterbrechung der zweiten Linie vermieden.

Die schematische Darstellung der Einschaltung einer completen Translationsstation (Fig. 102) lässt an der Hand des Vorstehenden die Translationswirkung verständlich erscheinen.

Wird die Linie links durch Tasterdrücken unterbrochen, so lässt das Relais dieser Linie los und schliesst den Localstrom, welcher die Anziehung des Hebels des Schreibapparates herbeiführt. Der Anker verlässt nun den oberen Contact und unterbricht hierdurch die Localkette des zweiten Stromkreises, wodurch ein Ansprechen desselben gehindert wird. Der Ankerhebel drückt aber auch beinahe gleichzeitig mit seinem Arme *e* die Feder *F* von dem Contacte *k* weg, wodurch der Linienstrom der zweiten Linie unterbrochen wird. Da nun der Schreibhebel den Bewegungen des Relaisankers folgen muss, wirkt derselbe, ausserdem dass er die einlangenden Zeichen fixirt, als Taster, welcher die Zeichen auf die zweite Linie automatisch überträgt.

Ganz in derselben Weise werden die von der zweiten Linie einlangenden telegraphischen Zeichen auf die erste Linie übertragen, und ist hierdurch ein anstandsloser telegraphischer Verkehr zweier, nicht in ein und derselben Telegraphenleitung gelegenen Stationen ermöglicht.

§. 92. Halbtranslationen.

Insbesondere im Eisenbahndienste tritt der Fall häufig ein, dass manche ganz bestimmte Nachrichten, beispielsweise das Uhrzeichen, von einer Centralstelle möglichst rasch und gleichzeitig an alle Stationen des ganzen Bahnnetzes befördert werden sollen, dass aber für eine gegenseitige directe Correspondenz kein Bedürfniss vorliegt. In diesen Fällen bedient man sich der Halbtranslationen, welche wohl die Correspondenzüber-

tragung nach einer Richtung, nicht aber auch in entgegengesetzter Richtung gestatten. Durch diese Halbtranslationen ist man in der Lage, eine Mittheilung gleichzeitig auf eine unbeschränkte Anzahl von Zweiglinien zu übertragen.

Die Einrichtung ist eine äusserst einfache, indem man den Strom der Zweiglinie durch den Morseapparat der correspondirenden Linie hindurchleitet und denselben durch die Bewegung des Ankerhebels unterbrechen und schliessen lässt. Eine rückwirkende Unterbrechung ist aus dem Grunde ausgeschlossen, weil die correspondirende Linie nicht durch den Schreibapparat der Zweiglinie hindurchgeht, somit durch die Bewegung desselben nicht beeinflusst wird.

Die Einrichtung des die Halbtranslation vermittelnden Schreibapparates lässt sich vorstellen, wenn man sich von dem Translations-Schreibapparat (Fig. 105 und 106) die beiden Ständer $a\,a_1$ sammt der Feder F und den zugehörigen beiden Klemmen weg denkt. Die abzweigende Telegraphenlinie wird durch den oberen Contact h geführt, und somit der Stromkreis in dieser Linie durch Bewegung des Schreibankers abwechselnd unterbrochen und hergestellt.

Ein einfacher Kurbel- oder Stöpselumschalter, welch letzterer auch direct an dem Schreibapparate befestigt werden kann, gestattet nach Bedarf die Einschaltung dieser Zweiglinie in die Erde oder auf Translation. (Fig. 102, siehe Tafel am Ende dieses Werkes.)

G. Behandlung der Batterien und Apparate.

§ 93. Allgemeines.

Ein ungestörter Telegraphenbetrieb kann nur dann aufrecht erhalten werden, wenn allen Theilen der Einrichtung eine sorgsame und aufmerksame Behandlung zu Theil, und jede Fehlerquelle schon im Entstehen zu beseitigen getrachtet wird. Hierbei sind es insbesondere die Batterien und die immerhin zarten Telegraphenapparate, welche einer besonderen Ueberwachung bedürfen.

Pflicht jedes beim Telegraphen bediensteten Beamten ist es nun, zur Aufrechthaltung der Correspondenz nach besten Kräften mitzuwirken, und muss zu diesem Ende von

demselben auch die nöthige Kenntniss und das nöthige Verständniss der Einrichtungen vorausgesetzt werden. Es obliegt demselben daher nicht allein die rein manuelle Arbeit des Telegraphirens, sondern derselbe hat auch für eine stets gute Instandhaltung der Batterien und sachgemässe Behandlung der Apparate vorzusorgen, und durch fortgesetzte aufmerksame Ueberwachung der ihm anvertrauten Einrichtung, durch fortwährende Beseitigung der zahlreichen kleinen Fehlerquellen jeder Betriebsstörung nach Möglichkeit vorzubeugen.

Den Batterien, welche nicht mit Unrecht als die Seele des Telegraphenbetriebes bezeichnet werden, muss eine stete Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dieselben sind an der Aussenseite, ebenso wie die Batteriegestelle, stets rein und trocken zu erhalten, und ist jede Auswucherung von Salzkrystallen an denselben sofort zu beseitigen, weil solche leicht störende Nebenschlüsse hervorrufen können, und ausserdem die Dauer und Wirksamkeit derselben beeinträchtigen.

Die Batterien müssen stets mit der entsprechenden Menge Flüssigkeit gefüllt sein, weshalb der durch Verdunsten entstehende Abgang an Wasser auch stets zu ergänzen ist. Hierbei ist jedoch ein Ueberfüllen der Gläser zu vermeiden, und besonders bei jenen constanten Elementen, bei welchen die Verbindung des Zinkpoles des einen Elementes mit dem Kupferpole des nächsten Elementes durch directes Zusammennieten erfolgt, darauf zu achten, dass die Nietstelle selbst nicht vom Wasser bedeckt sei.

Ein zu geringer Wasservorrath kann durch die Vergrösserung des Widerstandes der Batterien zu Stromschwächungen führen und selbst die Wirksamkeit derselben in Frage stellen, da die Salzlösung, welche durch Auflösen der einen Elektrode entsteht, so concentrirt werden kann, dass sie keine weiteren Mengen mehr aufzunehmen vermag und hierdurch das weitere Vorschreiten des chemischen Processes, und somit auch die Stromentwickelung hindert.

Die Elemente müssen auch stets eine genügende Menge Verbrauchsmaterial (Kupfervitriol, Salmiak) enthalten, weil ohne dasselbe die chemische Umsetzung nicht stattfinden kann. Es muss daher von Zeit zu Zeit entsprechend nachgefüllt werden.

Die durch längeren Gebrauch oder störende Einflüsse unwirksam gewordenen Batterien müssen zerlegt und neu in Stand gesetzt werden. Die metallischen Elektroden sind hierbei von allen Ansätzen durch Abkratzen, Reiben mit Wasser und Bürste etc. zu befreien, und müssen wieder das ursprüngliche metallische Ansehen erlangen. Die Ansätze von Kupfer an den Kupferpolen sind abzuschlagen, und das hierbei gewonnene Kupfer sorgfältig zu sammeln und aufzubewahren. Vor dem Zusammensetzen sind sowohl die Gläser als die Batteriepole einer genauen Untersuchung zu unterziehen, zersprungene Gläser, schadhafte oder allzusehr abgenützte Pole hierbei zu beseitigen und durch neue zu ersetzen, schlechte Verbindungen wieder sorgfältig herzustellen.

Beim Zusammensetzen der Batterien ist auf eine sehr sorgfältige Verbindung der einzelnen Elemente und der Batterien mit den Leitungsdrähten besonderes Gewicht zu legen. Die Verbindungsdrähte und die Löcher der Klemmen sind gehörig zu reinigen und ist durch festes Anziehen der Schrauben der vollkommene Anschluss herzustellen. Doch ist darauf zu sehen, dass die Verbindungsdrähte, wie dies sehr häufig vorkommt, nicht durch allzufestes Anziehen der Klemmschrauben abgedreht werden, und sind demnach die einzelnen Drähte diesbezüglich zu untersuchen.

Die Apparate selbst müssen sehr rein gehalten werden, und sind täglich mindestens einmal von allem Staub und Schmutz zu befreien, wobei man sich einer feinen Bürste, einer feinen Leinwand oder eines weichen Leders bedient. Schmutzflecke dürfen von den Apparaten nie durch Abkratzen zu beseitigen gesucht werden, weil der Lacküberzug der Messingbestandtheile hierunter leidet; man hat dieselben daher mit einem feuchten Leinenlappen zu entfernen.

Die Verbindung der Apparate mit den Drähten muss eine sehr gute sein, und hat man sich daher öfter davon zu überzeugen, ob die Klemmschrauben entsprechend fest angezogen und die Drähte in gutem Zustande sind.

Auf den Apparattischen dürfen keine metallischen Gegenstände liegen, weil dieselben durch Verbindung der Klemmschrauben leicht kürzere Wege für den Strom bieten,

und hierdurch einen oder den andern Apparat aus der Linie ausschalten können. Auch dürfen die Tische nicht mit Büchern, Drucksorten etc. belegt werden, da dieselben die freie Uebersicht über die Apparate hemmen. Die zur Ausübung des Dienstes unmittelbar erforderlichen Utensilien dürfen nur an den hierzu bestimmten Stellen untergebracht werden. Ebenso wenig darf am Apparattisch mit Streusand manipulirt werden, indem Streusandkörner leicht Unterbrechungen in den Contactstellen hervorrufen und auch, wenn sie in den Schreibapparat gelangen, eine Beschädigung des Laufwerkes herbeiführen können.

§ 94. Behandlung des Daniell-Elementes.

Werden die Elemente (§ 63) das erstemal angesetzt, so wird in die Thonzelle vorerst der Kupferpol eingesetzt und derselbe hierauf mit Kupfervitriolkrystallen mittlerer Grösse angefüllt. Die Thonzelle wird hierauf in das äussere Glasgefäss eingesetzt, der Zinkcylinder eingestellt und beide Gefässe mit Wasser angefüllt. Hierbei ist jedoch darauf zu sehen, dass das Wasser nicht zu hoch bis an den Rand des Glases reiche. Um die Flüssigkeit besser leitend zu machen und das Element rascher in Wirksamkeit zu bringen, ist es gut, wenn man lauwarmes Wasser, welches schwach mit Schwefelsäure angesäuert, oder auch mit etwas Bittersalz oder Zinkvitriol versetzt ist, verwendet.

In vielen Fällen zieht man, wie es auch zweckmässiger ist, vor, die Thonzelle mit vollständig gesättigter Kupfervitriollösung anzufüllen, doch müssen in diesem Falle, um das Element auf stets gleicher Wirkungshöhe zu erhalten, von Zeit zu Zeit Kupfervitriolkrystalle nachgegeben werden. Für diese Zwecke ist auch am Kupferstreifen (Fig. 46) das kleine siebartige Gefäss angebracht.

Beim Reinigen der Elemente ist, nachdem die Verbindung der Elemente unter einander und mit den Apparaten gelöst ist, vorerst ein Theil der Zinkvitriollösung vorsichtig abzugiessen, damit dieselbe beim Füllen wieder benützt werden könne. Hierauf werden die einzelnen Bestandtheile des Elementes herausgenommen, das äussere Glas sorgfältig gewaschen

und getrocknet, die Thonzellen mittelst einer steifen Bürste gereinigt, und durch längere Zeit im warmen Wasser ausgelaugt und sodann getrocknet, die Zinkcylinder werden ebenfalls sorgfältig gereinigt und von allen Ansätzen befreit. Das am Kupferpol niedergeschlagene Kupfer wird abgeklopft und gesammelt.

Ist die Reinigung in vorgeschriebener Weise erfolgt, so werden die Gläser und Thoncylinder untersucht, ob sie nicht etwa gesprungen sind, allfällige Schäden an den Nietverbindungen der beiden Pole beseitigt und allzusehr abgenützte Zinkcylinder durch neue ersetzt. Gesprungene Batteriegläser und Thoncylinder sind ebenfalls auszuscheiden und neue dafür zu verwenden. Mit Kupferadern durchzogene Thonzellen dürfen gleichfalls nicht wieder verwendet werden, weil sonst leicht kurze Schlüsse im Elemente selbst entstehen.

Nach erfolgter Reinigung sämmtlicher Batterietheile erfolgt die Zusammensetzung der Elemente ganz in derselben Weise wie beim Neufüllen, nur wird das zum Füllen der Elemente benöthigte Wasser nicht mehr mit Schwefelsäure angesäuert, sondern dasselbe durch Zusetzen von etwa $^1/_5$ Raumtheil der von den Elementen gewonnenen Zinkvitriollösung leitungsfähiger gemacht.

§ 95. Behandlung des Meidinger-Elementes.

Beim Neufüllen des Meidinger-Elementes (§ 64) wird der Korkstöpsel mit der Glasröhre aus dem Ballon, welcher als Vorrathskammer für das Kupfervitriol anzusehen ist, herausgenommen und der Ballon mit Kupfervitriolkrystallen mittlerer Grösse angefüllt, und hierauf wieder mit dem Stöpsel verschlossen. Die Verwendung allzukleiner Krystalle oder gar von staubförmigem Kupfervitriol ist zu vermeiden, weil dadurch leicht eine Verstopfung der engen Glasröhre des Stöpsels hervorgerufen wird. Ist diese Füllung geschehen, so wird das Element zusammengesetzt und mit angesäuertem Wasser gefüllt, wobei jedoch stets darauf zu achten ist, dass, da ein grosser Theil des Wassers durch den Ballon verdrängt wird, beim Aufsetzen desselben ein Ueberfliessen des Wassers nicht stattfinde. Nach erfolgter Füllung des Elementes wird der Ballon so aufgesetzt,

dass die von den Batteriepolen abführenden Drähte zwischen die beiden seitlichen Einkerbungen des Ballons zu liegen kommen und ein Quetschen derselben vermieden werde.

Beim Neufüllen bereits in Betrieb gewesener Elemente wird ähnlich wie bei dem Daniell-Elemente vorgegangen. Sämmtliche Gläser werden gewaschen und getrocknet, der Kupferpol von dem angesetzten metallischen Kupfer durch leichtes Klopfen befreit, der Zinkcylinder metallisch blank gemacht. Ebenso werden die schadhaften oder abgenützten Theile beseitigt und durch neue ersetzt, und die schadhaften Verbindungen verbessert oder frisch hergestellt.

Ein besonderes Augenmerk ist ebenso, wie bei dem Callaud- und Kohlfürst-Elemente, der isolirenden Hülle der beiden Poldrähte zuzuwenden, und sind diese Drähte, sobald sich die Hülle an den im Innern des Glasgefässes befindlichen Theilen abgelöst oder abgestossen hat, durch neue zu ersetzen.

Sind die Elemente, wie dies zuweilen vorkommt, trotzdem dass in den Glasballons noch Kupfervitriol vorhanden ist, untauglich geworden, so ist der Fehler zumeist in einem Verstopfen der Glasröhrchen des Korkstöpsels zu suchen. Man hebt daher den Ballon ab und sucht mit einem Stück Draht die Oeffnung wieder frei zu machen.

§ 96. Behandlung des Callaud- und Kohlfürst-Elementes.

Bei diesen beiden Elementen (§§ 65 und 66) wird vorerst der Kupferpol in das vorher gereinigte und getrocknete Batterieglas eingesetzt, hierauf Kupfervitriolkrystalle mittlerer Grösse bis zum Rande der unteren Kerbe eingefüllt. Damit die gehörige Quantität Kupfervitriol Platz finde, ist durch fortwährendes Schütteln des Glases während des Einfüllens eine möglichst dichte Lagerung der Krystalle anzustreben. Nach erfolgtem Einstellen des Zinkpoles wird laues Wasser, welches angesäuert werden kann, so weit eingefüllt, dass es bis 2 cm unter die Nietstellen an dem Zinkpole reicht.

Beim Kohlfürst-Elemente, an welchem sich Nietstellen am Zinkpole nicht vorfinden, ist vor Einsetzen desselben noch die durchlöcherte Thonplatte auf den oberen Rand der Kerbe

aufzulegen, und soll bei demselben das Wasser so weit reichen, dass es knapp den oberen Rand des Zinkpoles umspült.

Beim Reinigen und Neufüllen dieser Elemente ist im Ganzen genommen genau derselbe Vorgang zu beobachten, doch darf, wenn zur Verbesserung der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit Zinkvitriollösung verwendet wird, dieselbe der Flüssigkeit nicht direct beigemengt werden, sie wird vielmehr erst, wenn das Element bereits gefüllt ist, auf das Wasser aufgegossen. Dieses Aufgiessen hat sehr langsam und vorsichtig zu erfolgen, weil sonst die Zinkvitriollösung, statt sich gleichmässig im Wasser zu vertheilen, in Folge ihres grösseren specifischen Gewichtes rasch zu Boden sinkt, und dortselbst ein Zusammenbacken der Kupfervitriolkrystalle herbeiführt. Die Krystalle, welche im trockenen Zustande wenig oder nicht leitend sind, umschliessen den Kupferpol beinahe wie einen Isolator, indem sie den Zutritt von Wasser zu demselben hindern, und können hierdurch selbst die Functionsfähigkeit des Elementes in Frage stellen.

§ 97. Behandlung des Leclanché-Elementes.

Da diese Elemente (§ 67) meist complet eingerichtet geliefert werden, beschränkt sich die Arbeit des Füllens darauf, dass in das Gefäss bis zu einem Drittel der Höhe des Glases gepulverter Salmiak, und auf denselben bis auf das zweite Drittheil der Glashöhe Wasser eingeschüttet wird.

Bei den Briquette-Elementen, welche mehr Raum zur Aufnahme von Salmiak bieten, wird derselbe bis circa drei Finger Höhe über der Bodenfläche eingefüllt. Auch hier soll die Flüssigkeit nicht viel über die Hälfte des Glases reichen.

Bei Neufüllung der Leclanché-Elemente, welche ausser jeweiligem Zuschusse von Salmiak nur nach je 1—1$^1/_2$ Jahren zu erfolgen braucht, wird die Wachsdecke des Thoncylinders vorsichtig abgelöst, das Gemenge von Braunstein und Kohle entfernt, und dafür eine neue Mischung von Kohle und Braunstein in die Zelle gefüllt und dieselbe hierauf wieder verschlossen. Ebenso wird der Zinkstab durch einen neuen ersetzt und hierauf das Element, genau wie vorgeschrieben, wieder gefüllt.

Bei Briquette-Elementen werden sowohl der Briquettekörper als der Zinkstab durch neue ersetzt. Bei den Briquette-Elementen neuerer Form werden blos die an den Kohlenstäben festgelegten Briquetteplatten durch neue ersetzt.

§ 98. Behandlung des Schreibapparates.

Für den regelmässigen Gang der Schreibapparate ist ausser dem, dass sämmtliche Theile derselben in vollkommen gutem, betriebsfähigem Zustande sein müssen, eine richtige Regulirung der einzelnen Theile ein unerlässliches Erforderniss. Die Regulirung kann nicht ein für allemal festgestellt, sondern muss von Fall zu Fall vorgenommen werden, indem die Wirkung des Schreibapparates nicht allein von der richtigen Zusammenstellung des Apparates selbst, sondern auch von der grösseren oder geringeren Stärke des Localstromes, sowie auch von der Beschaffenheit des Papierstreifens abhängt.

Als allgemeine Anhaltspunkte für die Regulirung des Reliefschreibers gelten folgende Anhaltspunkte:

1. der Anker darf, wie überhaupt bei allen elektromotorischen Apparaten mit Ankerbewegung und einfachen Elektromagneten, nie direct auf den Eisenkernen aufliegen, weil er sonst in Folge des remanenten Magnetismus leicht daran haften bliebe. Erfahrungsgemäss ist der richtige Abstand zwischen Anker und Eisenkernen der, dass zwischen denselben ein Papierstreifen noch leicht durchgezogen werden kann;
2. die Hubhöhe des Schreibhebels darf keine zu grosse und keine zu geringe sein. Im ersteren Falle würde der Anker nur schwer von den Elektromagneten angezogen werden, im letzteren Falle der Schreibstift auch in der Ruhelage Eindrücke im Papierstreifen hervorrufen;
3. der Schreibstift muss genau in die Nute der Schreibwalze eingreifen, weil er sonst einseitig scharfe Zeichen hervorrufen würde;
4. der Schreibstift darf nicht zu weit und nicht zu wenig in die Nute eingreifen. Im ersteren Falle zerreisst er das Papier, im letzteren Falle drücken sich die Zeichen zu wenig scharf aus;

5. der Schreibhebel muss in der Achse leicht beweglich sein, darf sich jedoch in der Richtung der Achse nicht seitlich verschieben lassen;
6. die Führungswalzen, zwischen welchen der Papierstreifen fortgeschoben wird, müssen ihrer ganzen Länge nach gleichmässig aneinandergepresst werden, weil eine ungleichförmige Pressung ein schiefes Fortschieben des Papierstreifens hervorrufen würde. Die Pressung darf nicht zu fest und nicht zu locker sein, weil entweder der Papierstreifen abgerissen oder gar nicht mitgenommen würde;
7. die Spiralfeder darf weder zu viel, noch zu wenig gespannt werden.

Ausserdem müssen, um einen leichten Gang zu erzielen, die Achsenlager des Räderwerkes, der Papierscheibe und des Schreibhebels nach Erforderniss eingeölt werden. Das Einölen des Räderwerkes wird in der Weise bewirkt, dass man in die an der Aussenseite der Gestellplatten in die zu diesem Zwecke angebrachten Schmierlöcher je einen Tropfen Oel gibt. Auf die Räderzähne darf kein Oel kommen, weil der sich sonst an denselben festsetzende Staub den Gang des Räderwerkes hemmen würde. Zum Oelen der Zapfenlager darf nur feines Uhrenöl verwendet werden, welchem zweckmässig der gleiche Theil gereinigten Petroleums beigemengt wird. Ein einmaliges Oelen im Monate ist hinreichend.

Ist das Achslager des Schreibhebels verschmiert, so nimmt man den Schreibhebel heraus, reinigt die Zapfen und Zapfenlöcher von allem Schmutz, ölt dieselben und setzt den Schreibhebel wieder ein. Das Aufziehen des Schreibapparates darf nicht, wie dies häufig geschieht, heftig und ruckweise erfolgen, weil sonst die Triebfeder leicht überrissen und der Apparat untauglich wird.

Beim Reguliren eines verstellten Apparates hat man wie folgt zu verfahren:

Vorerst wird der Schreibstift zurückgeschraubt, hierauf durch Einstellen der untern Limitirungsschraube die richtige Entfernung zwischen Anker und Eisenkernen hergestellt und der Schreibhebel in die Mitte gebracht, so dass der Schreib-

stift genau in die Mitte der Walzennute eingreift. Ist dies erfolgt, so wird die Hubhöhe durch die obere Limitirungsschraube begrenzt und der Schreibstift so weit vorgeschraubt, dass bei Niederdrücken des Schreibhebels auf die untere Limitirungsschraube die Eindrücke in dem Papierstreifen voll und deutlich erscheinen, ohne dass jedoch ein Einreissen desselben erfolgt. Hierauf wird endlich durch Herstellung der richtigen Federspannung die Regulirung beendet.

Als Anhaltspunkt für eine richtige Regulirung der Federspannung dient das Geräusch, welches der Schreibhebel bei dem Anschlage an die beiden Limitirungsschrauben hervorbringt. Der Anschlag soll nämlich nach beiden Richtungen hin ein gleich starker sein.

Ist die Regulirung des Apparates beendet, so werden, um ein weiteres Verschieben der einzelnen verstellbaren Theile zu hindern, die Gegenmuttern, beziehungsweise Zwingschrauben fest angezogen.

Bezüglich der Behandlung der Farbschreiber gilt im Allgemeinen das von den Reliefschreibern Gesagte, mit Ausnahme derjenigen Punkte, welche den Schreibstift betreffen.

Besondere Aufmerksamkeit ist bei den Farbschreibern dem Farbkasten und dem Farbrädchen zu widmen; die Farbe soll stets gleichmässig flüssig sein und nicht schmieren, es muss daher der Farbkasten häufig gereinigt werden und derselbe auch stets mit Farbflüssigkeit von entsprechender Quantität und Consistenz gefüllt sein. Das Farbrädchen und die dasselbe umgebenden Theile müssen ebenfalls häufig gereinigt werden, und zwar hat dies beim Farbrädchen stets sofort zu erfolgen, wenn die erhaltenen Zeichen seitlich und ineinander zu verschwimmen beginnen.

§ 99. Behandlung des Relais.

Da die Stärke des Linienstromes viel häufigeren und stärkeren Schwankungen unterworfen ist, als die des Localstromes, wird eine oftmalige Regulirung des Relais bedingt. In der Regel reicht, wenn die Hubhöhe des Relais einmal festgestellt wurde, für die Regulirung desselben die Spiralfeder aus. Tritt jedoch remanenter Magnetismus in den Eisenkernen

auf, oder bleibt in Folge von Nebenschliessungen, trotz Unterbrechung der Linie durch den Taster noch ein gewisser Grad von Magnetismus in den Eisenkernen zurück, so wird das Anspannen der Spirale allein nicht mehr ausreichen und man muss durch Aufschrauben der unteren Limitirungsschraube den Anker von den Kernen entfernen. Bei Stromschwächungen wird jedoch auch nicht allemal das einfache Nachlassen der Regulirfeder genügen, denn dieser Feder fällt nicht allein die Aufgabe zu, den Relaishebel von den Ankerkernen abzuheben, sondern sie hat zum Schlusse der Localkette den Anker an die obere Limitirungsschraube noch so fest anzupressen, dass ein fester und verlässlicher Contact hergestellt werde. In solchen Fällen wird man daher durch Näherrücken des Ankers an die Elektromagnete, beziehungsweise durch Herabschrauben der unteren Limitirungsschraube nachzuhelfen haben. Der Anker darf jedoch aus den bereits bekannten Gründen ebensowenig direct an den Eisenkernen anliegen, wie bei dem Schreibapparate.

Die Platincontacte müssen stets rein von Schmutz erhalten bleiben und sind deshalb nach Erforderniss mit feinem Schmirgelpapier von demselben zu befreien. Damit jedoch nicht Schmirgelkörner, welche sich von dem Papiere ablösen, den Contact ebenfalls unterbrechen könnten, sind die Contacte nach erfolgter Behandlung mit Schmirgelpapier noch durch Durchziehen eines Streifens gewöhnlichen Papieres von etwa zurückgebliebenen derartigen Resten zu reinigen.

Die Achse des Relaishebels muss in den Achsspitzen leicht beweglich sein, und ist dieselbe daher von Zeit zu Zeit zu reinigen und entsprechend zu ölen.

§ 100. Behandlung des Tasters.

Bei dem Taster müssen alle Contacte stets rein und gut leitend erhalten werden und muss die Spannung der Feder eine solche sein, dass die vorderen (Ruhe-) Contacte in der Ruhelage auch stets gehörig geschlossen sind. Dem entsprechend sind die Contactpunkte häufig mittelst Schmirgelpapier zu reinigen und ist die Feder im Bedarfsfalle nachzuspannen.

Der Tasterhebel muss in seiner Achse leicht beweglich sein, daher dürfen die seitlichen Schrauben an der Achse nicht zu fest angezogen werden. Die Achse selbst muss rein und frei von Rost und Schmutz bleiben und ist deshalb von Zeit zu Zeit zu reinigen und zu ölen. Taster mit Druckfedern dürfen jedoch nicht geölt werden, weil die leitende Verbindung des Tasterhebels mit den Drähten durch die Achsständer stattfindet und ein Oelen eine vollständige Isolation des Tasterhebels und hiedurch eine Unterbrechung der Linie herbeiführen könnte.

Die Hubhöhe des Tasters, welche durch die vordere Stellschraube regulirt wird, darf weder zu gross, noch zu klein sein. Eine zu grosse Hubhöhe wirkt beim Telegraphiren ermüdend und bewirkt eine rasche Abnützung der Contacte. Bei zu geringer Hubhöhe werden die gegebenen Zeichen undeutlich und verschwimmen ineinander. Bei normaler Linie genügt eine Hubhöhe des Tasters, welche gestattet, dass beim Niederdrücken des Tasters zwischen die beiden vorderen Contacte desselben ein vierfach zusammengelegtes Blatt Schreibpapier hindurchgeschoben werden kann.

Für lange Linien, sowie bei Nebenschlüssen in der Leitung ist die Hubhöhe des Tasters entsprechend zu vergrössern, damit den Relais der Stationen entsprechend Zeit gegeben wird, der Tasterbewegung nachzufolgen.

Die Manipulation des Telegraphirens hat tactmässig zu erfolgen und ist jeder überflüssige Kraftaufwand zu vermeiden, da derselbe die Hand ermüdet und zugleich den Apparat vorzeitig abnützt.

§ 101. Behandlung der Boussole.

Die Boussole, welche die Anhaltspunkte für die richtige Stromstärke gibt, muss einer stets genauen Beobachtung unterzogen werden. Die Boussolennadel ist von Zeit zu Zeit darauf zu prüfen, ob sie richtig einspielt, indem man die Boussole durch Einstecken eines Stiftes in die Stöpselklemme aus der Linie ausschaltet und die Nadel zur Ruhe kommen lässt. Stellt sich der Zeiger hierbei nicht auf den Nullpunkt der Gradscala ein, so ist er durch Drehen des Richtmagnetes auf denselben

zurückzuführen. Ferners ist, da der Ausschlag der Nadel einen Anhaltspunkt für die Beurtheilung des Zustandes der Linien und Batterien gibt, der normale Ausschlag der Nadel stets genau vorzumerken. Ein auffälliges Sinken oder Steigen des Nadelausschlages lässt immer vermuthen, dass etwas auf der Linie nicht in Ordnung sei, und wird zu eingehender Beobachtung und zur Untersuchung der eigenen Apparate anregen.

Die Verminderung des Nadelausschlages lässt sich jedoch nicht immer auf Stromschwächungen zurückführen, sondern kann auch dadurch hervorgerufen werden, dass die Magnetnadel durch atmosphärische Einflüsse einen Theil des Magnetismus verliert. Man erkennt dies daran, dass die Bewegungen der Magnetnadel äusserst träge werden. In einem solchen Falle muss der Magnetismus der Nadel durch Streichen mit einem Magnete verstärkt werden.

Da wohl selten kräftige Stahlmagnete zur Verfügung stehen, benützt man die Elektromagnete des Schreibapparates hiezu, indem man das Relais durch Einstecken des Stöpsels in die rückwärtige Doppelklemme aus der Linie ausschaltet und hierdurch den Localstrom schliesst.

Die Magnetnadel wird hierauf behutsam aus der Boussole herausgehoben und der Nordpol derselben an dem Südpol des Streichmagnetes, der Südpol der Nadel an dem Nordpol des Streichmagnetes 10—12mal gestrichen, wobei man immer die Mitte der Nadel an den Magnet legt, dieselbe gleichmässig bis zur Spitze fortschiebt und hierauf in einem kleinen Bogen mit der Mitte der Nadel wieder zu dem Magnete zurückkehrt.

Um zu untersuchen, welches der richtige Pol des Magnetes sei, mit welchem die Nadelhälfte gestrichen werden soll, nimmt man die beiden Enden der Nadelachse so zwischen Daumen und Mittelfinger, dass dieselbe leicht gedreht werden kann, und nähert sie hierauf einem Schenkel des Elektromagnetes. Derjenige Theil der Nadel, welcher angezogen wird, ist an diesem Schenkel zu streichen, der abgestossene Theil an dem anderen Schenkel.

Mechanische Hemmungen in der Nadelbewegung muss man durch leichtes Klopfen an das Boussolengehäuse zu beseitigen

suchen, und ist, wenn dies nichts nützt, nachzusehen, ob die Nadel etwa nicht richtig in die Achslager eingesetzt sei oder an dem Drahtgewinde streife.

Bei Beseitigung solcher Hindernisse muss wegen der zarten Beschaffenheit der Nadelachse mit äusserster Vorsicht vorgegangen werden.

§ 102. Behandlung der Linienwechsel, Um- und Ausschalter.

Bei denselben ist nur stets darauf zu achten, dass die gebohrten Löcher der Lamellen, sowie die Stöpsel selbst metallisch rein und staubfrei erhalten werden und dass nicht etwa zwischen den einzelnen Lamellen eine unbeabsichtigte leitende Verbindung auftrete.

Bei den Kurbelumschaltern sind die Gleitflächen, welche die Contactverbindungen herstellen, stets metallisch rein zu halten und es ist darauf zu sehen, dass die Gleitspangen federnd an den Contacten anliegen.

Bei den Lamellenwechseln ist es zur Erzielung eines gesicherten Contactes von Zeit zu Zeit nothwendig, die Schlitze des Metallstiftes auseinander zu spreizen, was mittelst einer Messerklinge leicht bewerkstelligt werden kann.

§ 103. Behandlung der Blitzplatten.

Bei den Blitzplatten ist hauptsächlich darauf zu sehen, dass jede zufällige metallische Verbindung der einzelnen Platten unter einander, insbesondere aber der Luftplatten mit der Erdplatte vermieden werde. Die oberen Platten sind daher von Zeit zu Zeit abzuheben und die inneren Flächen von Staub und allen sonstigen Ansätzen zu reinigen. Nach Gewittern sind die Blitzplatten stets zu untersuchen, weil sich durch die Elektricitäts-Entladungen in denselben leicht Schmelzkörperchen bilden, welche häufig einen directen Erdschluss herstellen. Diese Schmelzkörperchen sind nun zu entfernen, und wenn dies mit den zur Verfügung stehenden Werkzeugen nicht möglich sein sollte, so ist die obere Blitzplatte von der unteren oder Erdplatte durch Zwischenlage eines Papierblattes zu isoliren. Die Wirksamkeit der Blitzplatten wird hierdurch

nur wenig beeinflusst, da die überspringenden Funken das Papier leicht durchschlagen.

H. Störungen im Telegraphenbetriebe.

§ 104. Arten der Störungen.

Die Ursachen, welche in dem Betriebe des elektrischen Telegraphen Störungen hervorrufen können, sind zwar sehr zahlreiche, doch geben die charakteristischen Erscheinungen, unter welchen letztere auftreten, bei einiger Beobachtungsgabe, sofort die Mittel zur Erkennung und somit auch zur Behebung derselben an die Hand, weshalb auch deren Dauer durch sofortiges Zusammenwirken aller Organe auf ein Geringes beschränkt werden kann.

Man unterscheidet zwischen temporären und dauernden Betriebsstörungen. Die dauernden Betriebsstörungen theilt man wieder in solche, welche die telegraphische Correspondenz der ganzen Linie schädlich beeinflussen, und in solche, welche nur die Correspondenz der eigenen Station hindern oder erschweren.

§ 105. Temporäre Störungen.

Dieselben werden bei sonst gutem Stande der Leitungen Apparate und Batterien durch atmosphärische oder kosmische Einflüsse hervorgerufen. Zu diesen Störungen gehören die sogenannten Gewitterstörungen, deren schon bei den Blitzplatten (§ 82) Erwähnung geschah, ferner die durch Nordlicht und sogenannte magnetische Ungewitter hervorgerufenen Störungen, welche sich durch Auftreten von kurzen Strömen, häufig wechselnder Richtung, in ziemlich unregelmässigen Pausen, geltend machen.

Zum Schutze der Station gegen die gefährlichen Gewittereinflüsse ist dieselbe am Lamellenwechsel durch die geeignete Stiftstellung auszuschalten, dies darf jedoch erst dann erfolgen, wenn sich das Herannahen des Gewitters durch unregelmässige Bewegung des Relaishebels, sowie durch das Ueberspringen von Funken, letzteres von einem eigenthümlich knisternden Geräusche begleitet, anzeigt.

Nach jedem Gewitter sind, selbst wenn die Station ausgeschaltet wurde, sowohl die Blitzplatten als auch die Relais und die Boussolen zu untersuchen, ob sie keinen Schaden erlitten haben.

Bei den äusserst seltenen Störungen durch Nordlichter und magnetische Ungewitter, welche bei Ruhestromlinien viel weniger heftig auftreten und selten die Correspondenz gänzlich behindern, sind keinerlei besondere Vorsichtsmassregeln zu beachten, indem dieselben weder für die Apparate (mit Ausnahme der Galvanometernadeln) noch die manipulirenden Organe eine Gefahr bringen.

Da man über die Natur dieser Erscheinungen bisher noch ziemlich im Ungewissen ist, derlei Erscheinungen nur durch zahlreiche, an den verschiedensten Punkten der Erde angestellte Beobachtungen ihrem inneren Zusammenhange nach aufgeklärt werden können, wird sich jedes beim Telegraphenapparate manipulirende Organ ein besonderes Verdienst erwerben, wenn es solchen ausserordentlichen Vorgängen besondere Aufmerksamkeit zuwendet und die Resultate seiner Beobachtungen, unter genauer Angabe der Art und Weise, sowie des Zeitpunktes des Auftretens solcher Erscheinungen, schriftlich niederlegt, um dieselben den zur Erforschung solcher aussergewöhnlicher Vorgänge berufenen Fachmännern und gelehrten Gesellschaften zur Verfügung stellen zu können.

§ 106. Störungen, welche sich auf die Station allein beschränken.

Solche Störungen setzen einen guten Zustand der Leitungen und Batterien voraus, und kann daher nur in den Apparaten die Ursache derselben gelegen sein.

Ausser Gebrechen an den mechanischen Theilen der Apparate, welche den Austausch derselben bedingen, sind es noch der remanente Magnetismus, sowie schadhafte Isolirungen der Multiplicationsdrähte, welche ein theilweises oder gänzliches Versagen der Apparatfunctionen herbeiführen können.

Die Ursache der schädlichen Einwirkung des remanenten Magnetismus auf die Apparatfunction wurde bereits im § 64 erörtert.

Schadhafte Isolirungen der Multiplicationsdrähte bewirken eine directe metallische Berührung der Drähte, und werden daher, dem Gesetze der Stromtheilung (§ 35) gemäss, so viele Drahtwindungen aus der Multiplicationsrolle ausgeschaltet, als sich neben einander liegende Theile der einzelnen Windungen metallisch berühren.

Nachdem die Anziehungskraft eines Elektromagnetes der Stromstärke und der Anzahl der Umwindungen proportional ist, wird durch die Ausschaltung einer Anzahl dieser Umwindungen die Anziehungskraft trotz gleichbleibender Stromstärke geschwächt, und kann dieselbe so weit herabsinken, dass eine Function des betreffenden Apparates nicht mehr möglich ist.

In beiden Fällen müssen die Apparate. beziehungsweise die Eisenkerne oder Multiplicationsrollen, durch neue ersetzt werden.

Um zu erkennen, ob diese Störungen nicht etwa auf andere Ursachen (Ableitungen) zurückzuführen sind, bringt man die eigene Station durch geeignete Stöpselung am Linienwechsel in kurzen Schluss, und sieht, ob bei sonst normalem Ausschlage der Boussolennadel die Erscheinungen fortwähren. Ist dies der Fall, so lässt sich, sonst guter Zustand und richtige Regulirung der Apparate vorausgesetzt, die Störung auf einen dieser beiden Fehler zurückführen.

§ 107. Störungen, welche auf die ganze Linie rückwirken.

Als Ursache dieser Störungen erscheinen vornehmlich zweierlei Fehlerquellen und zwar *a)* Unterbrechungen des Stromkreises und *b)* Stromverzweigungen, wobei man wieder zwischen Ableitungen und Berührungen oder Tangirungen unterscheidet.

§ 108. Erkennung und Behebung von Ableitungen.

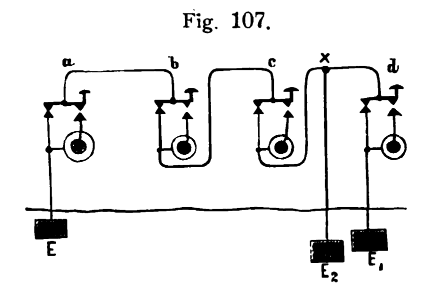
Den Gesetzen der Stromverzweigung entsprechend, wird, wenn die Telegraphenleitung mit irgend einem Körper, welcher die leitende Verbindung mit der Erde herstellt, in Berührung tritt, an dem Berührungspunkte eine Stromtheilung eintreten, und zwar genau im Verhältnisse zu den Leitungswiderständen, welche in den beiden Zweigleitungen zu überwinden sind. (§ 35.)

Ist der Widerstand des Zweigleiters ein sehr geringer, wie dies bei Berührung der Leitung mit feuchten Bäumen, Schlinggewächsen, feuchten Mauern oder dem Erdboden der Fall ist, so wird über die Berührungsstelle hinaus eine telegraphische Correspondenz nicht mehr möglich sein, während dieselbe bei Ableitungen mit bedeutenderem Widerstande des Zweigleiters durch entsprechende Relaisregulirung noch aufrecht erhalten werden kann.

Je nachdem die Telegraphenlinie auf Arbeits- oder Ruhestrombetrieb eingerichtet ist, wird sich die Ableitung in verschiedener Weise zur Geltung bringen.

a) Bei Arbeitsstrom. Seien *a b c d* (Fig. 107) in eine Telegraphenleitung eingeschaltete Stationen, und weist dieselbe bei dem Punkte x eine Ableitung auf, so wird, wenn eine der Stationen spricht, somit die Batterie einschaltet, an der Abzweigestelle eine Stromtheilung eintreten, wodurch der Strom über die Ableitungsstelle hinaus geschwächt wird, da ein Theil desselben über die Ableitung selbst, den Weg zur Batterie zurückfindet. Es ist aber hier durchaus nicht gleichgiltig, welche der Stationen spricht, da die Stärke des Theilstromes fortwährend wechselt.

Fig. 107.



Spricht beispielsweise die Station a, so wird, da der Widerstand des Leitungstheiles $x\ d\ E_1$ bedeutend geringer ist als der des Leitungstheiles $x\ a\ E$, der Stromtheil, welcher über die Ableitungsstelle nach a zurückkehrt, viel geringer sein als der Stromtheil, welcher über $x\ E_2$ nach d gehen würde, wenn in d gesprochen wird, er wird aber aus denselben Gründen auch geringer sein, als wenn in b und c gesprochen würde, ebenso wird die Stromschwächung, wenn c spricht, grösser sein, als wenn a oder b spricht.

In Arbeitsstromleitungen wird daher bei Ableitungen über die Ableitungsstelle hinaus stets Strom-

schwächung eintreten und dieselbe um so grösser werden, je näher die sprechende Station an der Ableitungsstelle liegt. Man wird hier in den meisten Fällen durch Nachlassen der Relaisfeder, beziehungsweise Nähern des Relaisankers an die Elektromagnetkerne, die Correspondenz aufrecht erhalten können. Doch ist in solchen Fällen, da die Stromstärke stets wechselt, sobald eine andere Station spricht, somit das Relais für jede Station separat regulirt werden muss, der Boussolennadel besondere Aufmerksamkeit zu widmen, damit das Relais sofort regulirt werde, sobald die Nadel anzeigt, dass auf der Linie gesprochen wird.

Es lässt im Allgemeinen bei einer Arbeitsstromlinie schon dann auf eine Ableitung schliessen, wenn eine Station nach längerem Rufen sich nicht meldet, obwohl die Boussole hierbei einen Ausschlag zeigt.

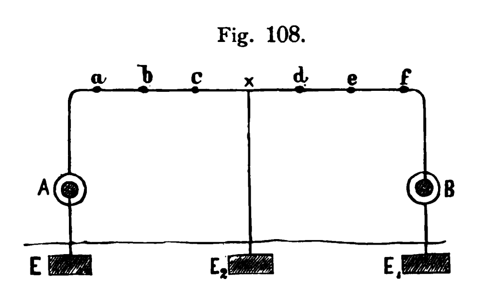
Der Ort der Ableitung zeigt sich dadurch an, dass die zwei Stationen, zwischen welchen die Ableitung liegt, sich nur schwer mit einander telegraphisch verständigen können, während die Correspondenz der vor der Ableitungsstelle gelegenen Stationen untereinander eine ganz anstandslose ist.

Um eine Ableitung genau zu constatiren, ersucht man die eine Endstation, die Linie für eine kurze Zeit zu unterbrechen, und schaltet während dieser Unterbrechung die eigene Batterie durch Niederdrücken des Tasters in die Linie ein. Zeigt die Galvanometernadel hierbei einen Ausschlag, so ist dies ein Zeichen für das Bestehen einer Ableitung in der Richtung dieser Endstation. Man fordert nun successive die anderen in dieser Linie gelegenen Stationen der Reihenfolge nach auf, die Linie auf kurze Zeit zu unterbrechen, und schaltet jedesmal die Batterie durch Tasterdrücken ein. Zwischen jener Station, bei deren Unterbrechung sich kein Strom mehr anzeigt, und der nächsten Station, bei welcher trotz Unterbrechung noch Strom circulirt, ist die Ableitungsstelle zu suchen. Eine aufmerksame Untersuchung der eigenen Station und der offenen Telegraphenleitung wird in den meisten Fällen zur Auffindung der Ableitung hinreichen.

b) Bei Ruhestrom. Ist in einer Telegraphenlinie mit Ruhestrombetrieb eine Ableitung aufgetreten, so wird der

Nebenschluss, wenn die Linienbatterien auf alle Stationen gleichmässig oder nur auf die Endstationen vertheilt sind, wie dies ja in der Regel der Fall ist, in der Ruhelage auf die Stromverhältnisse ebensowenig einen Einfluss ausüben, wie wenn die Stationen *a b c* einer- und die Stationen *d e f* (Fig. 108) anderseits unter sich correspondiren.

Fig. 108.



Die Correspondenz der vor der Ableitungsstelle gelegenen Stationen mit über die Ableitungsstelle hinausliegenden Stationen wird aber behindert werden. Bei Ruhestromschaltungen werden die Zeichen durch Stromunterbrechung hervorgerufen, eine absolute Stromunterbrechung kann aber in diesem Falle nicht stattfinden, weil zwar, wenn *a*, *b* und *c* spricht, die Batterie *A* aus der Linie ausgeschaltet wird, und da keine weitere Erdverbindung besteht, die Linie *E x* stromlos wird, aber in der Linie $E_1\ x\ E_2$ durch den Nebenschluss die Batterie *B* noch in Wirksamkeit bleibt und daher in diesem Linientheil ein Strom circuliren wird, welcher auf die Elektromagnete der Relais um so kräftiger einwirkt, je geringer der Leitungswiderstand des Nebenschlusses ist. Es wird also hier in jeder Station ganz dieselbe Erscheinung auftreten, wie wenn die Elektromagnete der Relais remanent magnetisch wären, der Magnetismus in denselben wird nicht ganz verschwinden und es bedarf einer stärkeren Spannung der Abreissfeder, beziehungsweise einer Entfernung der Anker von den Elektromagnetkernen, um die noch zurückbleibende magnetische Anziehungskraft zu überwinden.

Ist der Widerstand der Ableitung ein sehr geringer, so wird die Stromstärke eine so bedeutende sein, dass man aus denselben Gründen, wie sie beim remanenten Magnetismus (§ 54) klargelegt wurden, über die Ableitungsstelle hinaus überhaupt nicht mehr zu correspondiren vermag. In allen Fällen, in welchen über eine Ableitungsstelle hinaus corre-

spondirt werden soll, muss die Abreissfeder des Relais stärker angespannt werden.

Eine Ableitung ist stets daran zu erkennen, dass bei Unterbrechung der Linie an irgend einem Punkte in dem über die Ableitung hinaus gelegenen Leitungstheile noch Strom circulirt, welcher sich in den Stationen durch Ablenkung der Galvanometernadeln anzeigt.

Um eine Ableitung in einer Ruhestromlinie zu begrenzen, fordert man die Stationen der Reihenfolge, von der Endstation angefangen, nach auf, die Linie durch Tasterdrücken auf kurze Zeit zu unterbrechen, und beobachtet hierbei die Boussolennadel. Unterbricht eine Station und zeigt die eigene Nadel keinen Strom an, so ist die Ableitungsstelle überschritten, und liegt dieselbe zwischen dieser und der vorhergehenden Station, bei welcher die Boussolennadel noch Strom angezeigt hat.

Hat man auf diese Art und Weise den Theil der Leitung, in welchem die Ableitung oder der Nebenschluss sich vorfindet, eingegrenzt, so haben die beiden Stationen, zwischen welchen die Ableitungsstelle liegt, an die genaue Aufsuchung und Behebung des Fehlers zu schreiten. Bevor jedoch an die Untersuchung der offenen Leitung gegangen wird, hat man sich zu überzeugen, ob die Ableitung nicht im eigenen Bureau sich befindet.

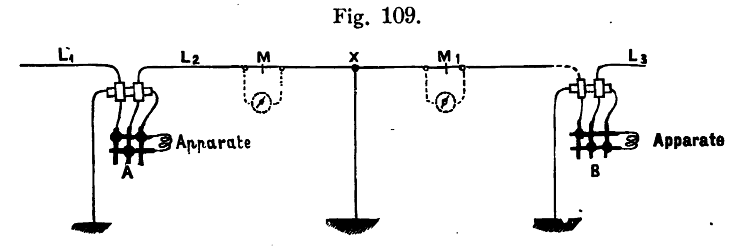
Zu diesem Zwecke unterbricht man vorerst den Zuleitungsdraht am Einführungsträger in der Richtung des Fehlers. Zeigt sich hierbei in den eigenen Apparaten kein Strom, so ist die Station in Ordnung. Ist jedoch Strom bemerkbar, so ist dies das Anzeichen, dass die Ableitung vom Einführungsträger angefangen in der Station zu suchen ist. Man unterbricht in der Richtung der Fehlerquelle, der Reihenfolge der Apparate nach, die Verbindungen so lange, bis die Boussolennadel auf 0 zurückkehrt und hierdurch anzeigt, dass die Ableitung bereits überschritten ist.

Hat man beispielsweise die Leitung durch Ablösen des Einführungsdrahtes von der Blitzplattenlamelle unterbrochen [illegible] zeigt die Nadel 0, so ist der Fehler in dem Leitungs- vom Einführungsträger ab bis zur Blitzplatte; zeigt

dieselbe dagegen noch Strom und kehrt sie erst auf 0 zurück, wenn der Draht, welcher von der Blitzplatte zu den Apparaten führt, unterbrochen wird, so liegt der Fehler in der Blitzplatte. Ein successives Vorwärtsschreiten in dem angedeuteten Sinne wird bei Aufsuchung der Ableitung der Station immer zum Ziele führen.

Ist die Ableitung in der offenen Leitung, so muss dieselbe aufmerksam durchsucht und alle jene Ursachen, welche die Fehlerquelle bilden können, müssen beseitigt, also lose gespannte Drähte nachgespannt, schadhafte Isolatoren ausgewechselt, an die Drähte reichende Baumzweige, Spinnengewebe, Raupennester, Papierdrachen etc. entfernt werden.

Fig. 109.



Da jedoch die Ursachen von Ableitungen häufig so versteckt liegen, dass sie bei einfacher Besichtigung der Leitung, wiewohl dieselbe in den meisten Fällen zum Ziele führt, nicht sofort erkannt werden können, muss, wenn dieselbe erfolglos blieb, an eine weitere Eingrenzung der Fehler geschritten werden.

Dies geschieht folgendermassen: Es sei beispielsweise constatirt, dass der Fehler zwischen den beiden Stationen A und B (Fig. 109) liege. Die Stationen A und B werden, um die Correspondenz der oberhalb, beziehungsweise unterhalb derselben liegenden Stationen nicht zu hindern, vorerst gegen L_1, beziehungsweise L_3 zu abgeschlossen und hierauf die Linie L_2 in A oder B durch Ablösen von der Blitzplatte unterbrochen.

Ist in A keine Linienbatterie vorhanden, so wird in die Linie L_2 eine Batterie eingeschaltet. Hierauf begibt man sich auf einen Punkt M der Strecke, unterbricht die Linie und

schaltet in dieselbe, wie dies durch die punktirten Linien angedeutet ist, ein Galvanometer ein. Zeigt dieses Strom an, so ist dies ein Zeichen, dass die Ableitung zwischen M und B liegt, im entgegengesetzten Falle liegt dieselbe zwischen M und A. Man stellt nun die Leitungsverbindung bei M wieder her und schreitet sodann im ersten Falle weiter gegen B, im zweiten Falle gegen A vor, und wiederholt beiläufig in der Mitte einer dieser Strecken, MB oder MA, die gleiche Procedur.

Wäre zum Beispiele die Ableitung bei x gelegen, so wird das Galvanometer, wenn es bei M eingeschaltet war, Strom, wenn es bei M_1 eingeschaltet war, keinen Strom zeigen, wodurch mit Bestimmtheit constatirt ist, dass der Fehler zwischen M und M_1 liegt. Durch weiter fortgesetztes Vorgehen in dieser Weise kann die Fehlerstelle so enge eingegrenzt werden, dass das Auffinden des Fehlers selbst keine Schwierigkeiten mehr bietet.

§ 109. Berührungen oder Tangirungen.

Unter solchen versteht man die Berührung zweier Telegraphendrähte in Folge ungleicher Spannung derselben. Dieselben sind als nichts anderes aufzufassen, als Stromverzweigungen complicirterer Natur.

a) Arbeitsstromlinien. Bei denselben hat man zu unterscheiden, ob die Berührung mit einer Arbeits- oder Ruhestromlinie erfolgt.

Im ersteren Falle wird die Linie in der Ruhelage stromlos sein, dagegen wird über die Berührungsstelle hinaus, wegen der durch die Stromverzweigung an derselben bedingten bedeutenden Stromschwächung, nur schwer gesprochen werden können. Dagegen wird das Spiel der fremden Linie an der Boussolennadel wahrgenommen, und kann dasselbe durch entsprechend zarte Regulirung des Relais aufgefangen werden. Da bei Berührung zweier Arbeitsstromlinien, mit Ausnahme der beim Spiele auf der fremden Linie wahrnehmbaren Zeichen, ganz dieselben Erscheinungen zu Tage treten wie bei der Ableitung, wird man, wenn eine Correspondenz über die Berührungsstelle noch möglich ist, behufs Auffindung und Behe-

bung des Tangirungspunktes genau in derselben Weise vorgehen wie bei Ableitungen.

Die Berührung einer Arbeitsstromlinie mit einer Ruhestromlinie gibt sich in ersterer sofort dadurch zu erkennen, dass in derselben die Galvanometernadel auch in der Ruhelage Strom anzeigt.

In beiden Fällen wird die Berührungsstelle, da über dieselbe hinaus entweder gar nicht oder nur schwer gesprochen werden kann, leicht eingegrenzt werden können. Um die Berührung bis zu deren Behebung für die wichtigere Linie unschädlich zu machen, haben die beiden, der Berührungsstelle zunächstliegenden und dieselbe einschliessenden Stationen sich für die intact gebliebenen Leitungstheile der minder wichtigen Linie als Endstationen zu stöpseln, sohin gegen die Berührungsstelle zu abzuschliessen und das gegen die Berührungsstelle hin liegende Leitungsstück durch Ziehen des betreffenden Stiftes am Linienwechsel nach beiden Seiten hindurch zu isoliren. Es wird hierdurch, da der Strom an dem isolirten Leitungsstücke keinen Weg zur Erde findet, eine Stromtheilung an der Berührungsstelle unmöglich gemacht.

Bei Tangirung einer Arbeits- und Ruhestromlinie ist stets die erstere als die minder wichtige Linie in der vorgehend angeführten Weise zu isoliren.

b) Die Berührung einer Ruhestromlinie mit einer andern Linie lässt sich nur dadurch constatiren, dass, wenn auf der fremden Linie correspondirt wird, entweder eine Stromvermehrung oder eine Stromverminderung in der eigenen Linie eintritt, je nachdem der Strom der fremden Linie mit dem Strome der eigenen Linie die gleiche oder entgegengesetzte Richtung hat, und dass man die Zeichen der fremden Linie am Apparate wahrnimmt.

Die Zeichen der fremden Linie können, wenn in der eigenen Station hierdurch Stromverminderung eintritt, nach erfolgter Relaisregulirung in der Regel direct gelesen werden. Tritt aber durch das Spiel der fremden Station Stromvermehrung ein, so können, da eine solche dem Arbeitsstromprincipe entspricht, die fremden Zeichen nur dann aufgefangen

werden, wenn das Relais auf Arbeitsstrom eingerichtet wird, das ist wenn die beiden Limitirungsschrauben desselben verwechselt (§ 79) und hierauf die Hubhöhe und Federspannung entsprechend regulirt wird.

Eine Tangirung wird wie eine Unterbrechung dadurch eingegrenzt, dass man die Station vorerst nach rechts abschliesst und sich durch den Ausschlag der Boussolennadel sowie durch Aufrufen der Stationen überzeugt, ob die Störung verschwunden ist. Ist dies der Fall, so liegt die Berührungsstelle rechts von der Station; ist der Fehler hierdurch jedoch nicht geschwunden, so schliesst man die Station nach links ab und sieht wie vor nach, ob der Anstand beseitigt ist. Trifft dies zu, so liegt der Fehler links der Station, wenn nicht, so im eigenen Locale.

Für den Fall, als die Berührung ausserhalb der Station liegt, bleibt die Station nach der Richtung hin, gegen welche dieselbe constatirt wurde, so lange abgeschlossen, bis der Fehler behoben ist, wovon man sich durch zeitweiliges Ziehen des Ausschaltestiftes überzeugt. Auf diese Art wird, wenn alle Stationen in der gleichen Weise vorgehen, der Fehler bald eingegrenzt sein, und ist die Behebung desselben, da solche Berührungen dem Auge auffällig entgegentreten, leicht zu veranlassen.

In allen Fällen sind jedoch vorerst die Zuführungsdrähte in die Stationen genau zu besichtigen, indem Berührungen in den Zuführungen deshalb am häufigsten auftreten, weil die Drähte zumeist nahe aneinander geführt werden müssen und sich daher insbesondere bei heftigen Winden leicht ineinander verwickeln.

Um die anstandslose Correspondenz auf der wichtigeren Linie zu ermöglichen, muss, wie dies bereits erwähnt wurde, die minder wichtige Linie zu beiden Seiten der Berührungsstellen isolirt werden.

Tritt diese Berührung zwischen einer Eisenbahntelegraphenlinie und einer Staatslinie ein, so ist letztere zu isoliren, und hat dies durch die Staatstelegraphenorgane, welche diesfalls speciell angewiesen sind, zu erfolgen.

Bei Berührung zweier Betriebslinien ist stets die minder wichtige Linie, also diejenige, in welcher nicht alle Stationen eingeschaltet sind und auf welcher zumeist die Transit-Correspondenz abgewickelt wird, zu isoliren.

Berührt die Betriebslinie eine Signallinie, so ist letztere zu isoliren. Ist jedoch die Abgabe eines Signales nothwendig, so muss die Betriebslinie für die Dauer der Signalabgabe isolirt, die Signallinie für diese Zeit dagegen wieder eingeschaltet werden.

Die Beseitigung der Berührung erfolgt nach Auffindung der Berührungsstelle provisorisch, indem man die sich berührenden Drähte mit einer Stange zu trennen sucht. Sind dieselben jedoch zu fest ineinander verschlungen, so müssen dieselben von den Isolatoren abgenommen und mit den Händen getrennt werden. Steht eine weitere Verschlingung der Drähte, nachdem dieselben wieder auf die Isolatoren aufgelegt und befestigt wurden, zu befürchten, so zieht man, bis zur definitiven Nachspannung durch die hierzu berufenen Organe, den oberen Draht mittelst einer Schnur so weit seitwärts, dass eine Berührung nicht mehr stattfinden kann, und befestigt die Schnur in einer Weise, dass ein Nachgeben derselben und somit auch des Drahtes ausgeschlossen ist.

Treten Tangirungen in den Telegraphenlocalen auf, welche, wie vorhin gezeigt wurde, constatirt werden, so sind, da für dieselben bei den vielen Complicationen, welche hier auftreten können, sich keine allgemeine Regel aufstellen lässt, sämmtliche Verbindungen einer genauen Untersuchung zu unterziehen, alle jene Verbindungsdrähte, welche schadhafte Isolirungsstellen zeigen, zu entfernen und durch neue zu ersetzen.

§ 110. Unterbrechungen.

Reisst die leitende Verbindung eines geschlossenen Stromkreises an irgend einer Stelle, oder wird eine contangirende Stelle zur Weiterleitung des Stromes untauglich, so wird hierdurch der Stromkreis unterbrochen und eine Circulation des Stromes in dem durch die Leitung normal gegebenen

Sinne unmöglich. Wiewohl nun in manchen Fällen eine Circulation des Stromes in einem Theile der Leitung noch stattfinden kann, bezeichnet man dennoch diese Art der Störung im Allgemeinen als Unterbrechung. Unterbrechungen können sowohl in der offenen Leitung als in den Bureaulocalitäten auftreten.

Bei Unterbrechung der offenen Leitung, welche durch Reissen der Liniendrähte, in Folge starker Kälte, Anhäufung von Schnee und Eis, durch Erdrutschungen, Felsabstürze etc. entstehen kann, hat man folgende Fälle zu unterscheiden:

Fig. 110.

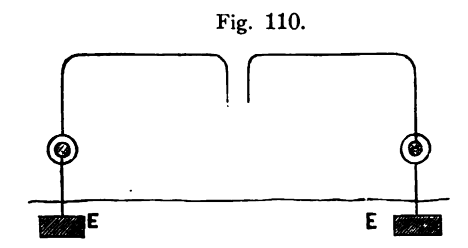


Fig. 111.

1. die beiden Enden der gerissenen Leitung hängen isolirt in der Luft oder liegen auf einem isolirenden Gegenstande (Fig. 110). In diesem Falle ist der Strom nach beiden Richtungen unterbrochen;
2. die beiden gerissenen Theile liegen auf der Erde auf (Fig. 111). In diesem Falle bilden sich zwei getrennte Stromkreise, innerhalb welcher, wenn die Erdverbindung hinreichend innig ist, ohne Anstand gesprochen werden kann. In diesem Falle charakterisirt sich die Erscheinung für die rechts und links der Unterbrechungsstelle gelegenen Stationen als eine vollkommene Ableitung, bei welcher eine Correspondenz über die Ableitungsstelle nicht mehr möglich ist;
3. ein Drahtende ist isolirt, das andere liegt auf der Erde auf (Fig. 112). Für den einen Theil der Strecke charakterisirt sich die Erscheinung als Unterbrechung, für den anderen als Ableitung;

4. beide Drahtenden berühren eine oder mehrere fremde Leitungen (Fig. 113). Diese Art der Unterbrechung charakterisirt sich für die Stationen rechts und links der Unterbrechung als Berührung oder Tangirung;

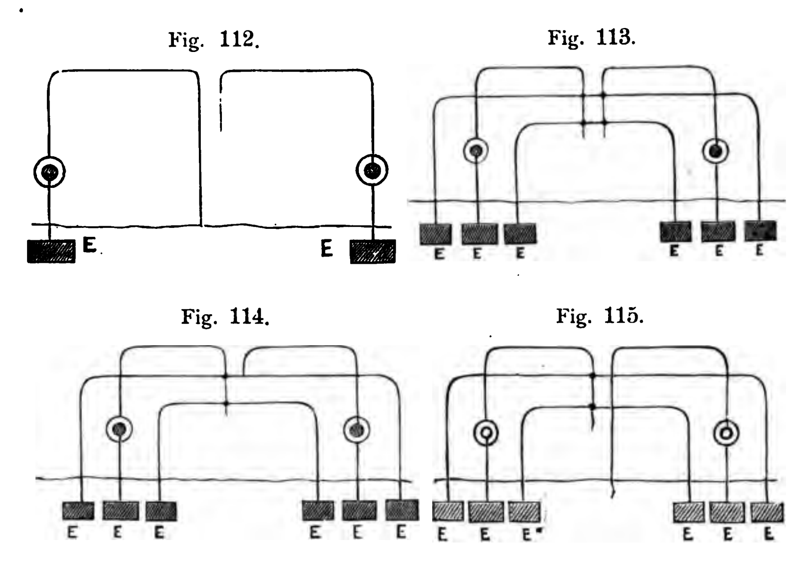


Fig. 112. Fig. 113.

Fig. 114. Fig. 115.

5. ein Drahtende berührt eine oder mehrere fremde Leitungen, das andere Ende hängt isolirt herab (Fig. 114). Dem einen Theile der Strecke erscheint dieser Fehler als Tangirung, dem anderen Theile als Unterbrechung;
6. ein Drahtende berührt eine oder mehrere fremde Leitungen, das andere Ende liegt auf die Erde auf (Fig. 115). Dieser Fehler zeigt sich dem einen Theile der Strecke als Berührung, dem anderen Theile als Ableitung.

§ 111. Erkennung einer Unterbrechung.

a) bei Arbeitsstrom. Eine Unterbrechung ist daran zu erkennen, wenn beim Niederdrücken des Tasters die Boussole keinen Strom anzeigt. In jenen Fällen, wo der Draht auf dem Erdboden aufliegt oder andere Drähte berührt, wird sich die Unterbrechung als solche nicht constatiren lassen;

b) bei Ruhestrom. Die Linie erscheint in der Ruhelage stromfrei, die Boussolennadel zeigt auf Null. Eben so wie bei Arbeitsstrom, wird in jenen Fällen, in welchen der Draht auf dem Erdboden aufliegt oder eine fremde Linie berührt, die Unterbrechung als solche nicht erkennbar sein.

§ 112. Begrenzung einer Unterbrechung.

In jenen Fällen, wo bei Unterbrechung die Erscheinungen wie bei Ableitungen und Berührungen hervortreten, wird man behufs Eingrenzung des Fehlers, wie dies bei diesen Fehlerquellen bereits klargelegt wurde, vorgehen und nur, wenn kein Strom in der Linie circulirt, die Untersuchung auf Unterbrechung vornehmen können. Dies geschieht:

a) bei Arbeitsstrom dadurch, dass man die Station vorerst nach rechts abschliesst und somit als Endstation formirt und dann den Taster niederdrückt und hierdurch die Linienbatterie einschaltet. Zeigt die Galvanometernadel Strom an, so liegt der Fehler zur rechten Seite der Station; zeigt sie jedoch keinen Strom an, so schliesst man die Station gegen links zu ab und drückt den Taster nieder. Zeigt die Nadel Strom, so liegt der Fehler links der Station; zeigt sie dagegen keinen Strom an, so liegt entweder eine Unterbrechung zu beiden Seiten der Station vor, oder der Fehler liegt, was wahrscheinlicher ist, in der Station selbst.

Hat man den Fehler rechts oder links ausserhalb der Station constatirt, so wird die Station nach dieser Richtung hin abgeschlossen, und überzeugt man sich nur von Zeit zu Zeit (etwa alle fünf Minuten) durch Stiftziehen und gleichzeitiges Tasterdrücken, ob die Linie inzwischen nicht wieder gut geworden sei.

Ausserdem untersucht man sämmtliche Leitungen innerhalb des Stationsrayons und fordert, wenn kein Fehler bemerkt wurde, die Wächter mittelst Laufzettels, den Leitungsaufseher telegraphisch auf, den Fehler zu beheben. Selbst das Zugsbegleitungspersonal wird zur Mitwirkung herangezogen, indem es angewiesen wird, die Telegraphenleitungen während der

Fahrt genau zu beobachten und die allenfalls bemerkten Gebrechen in der nächsten Station anzuzeigen.

b) Bei Ruhestrom wird behufs Eingrenzung eines Fehlers ganz in derselben Weise vorgegangen, wie bei Arbeitsstrom, nur dass das Tasterdrücken bei Abschliessen der Linie und beim Stiftziehen entfällt, weil die Batterie ohnedies in die Linie eingeschaltet ist und durch das Tasterdrücken der Stromkreis unterbrochen würde.

Bei gleichmässigem Vorgehen sämmtlicher Stationen wird der Fehler bald eingegrenzt sein und die Behebung desselben sofort veranlasst werden können.

Bemerkt eine Station beim Stiftziehen, dass die Linie wieder gut geworden, so hat dieselbe die normale Stellung der Stifte wieder herzustellen.

§ 113. Abhilfe bei Unterbrechung der Telegraphenleitung.

Wurde die Unterbrechung aufgefunden, so ist dieselbe dadurch provisorisch zu beseitigen, dass die gerissenen Enden der Drähte circa 20—25 cm vom Rost befreit und durch einen Würgebund (§ 73) wieder zu einem Ganzen vereinigt werden. Sind die Drähte zu kurz, so muss ein entsprechend langes Drahtstück eingefügt werden.

Stehen die nöthigen Werkzeuge zur Herstellung eines Würgebundes nicht zur Verfügung, so werden die blank gemachten Drähte parallel neben einander gelegt, deren Enden etwas nach aufwärts abgebogen und durch Umwickelung mit einem weichen Kupfer- oder auch Eisendraht wird ein provisorischer Wickelbund hergestellt.

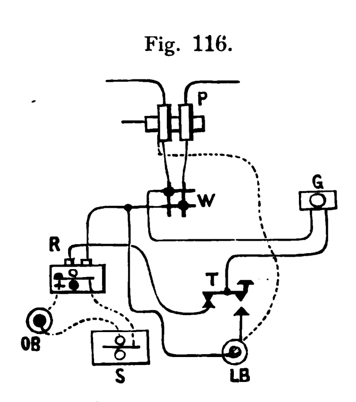
§ 114. Unterbrechung im Amtslocale.

Ergibt die Untersuchung, dass die Unterbrechung im eigenen Bureaulocale gelegen ist, so muss man dieselbe sofort aufsuchen und beseitigen. Hierbei wird die Batterie der eigenen Stationen so in kurzen Schluss gebracht, dass der Stromkreis die sämmtlichen Apparate umfasst.

Bei Arbeitsstrom wird dies durch Verbinden der dritten Tasterklemme mit der Blitzplatte vermittelst eines

Drahtstückes, wie dies durch die punktirte Linie in Figur 116 dargestellt ist, bei Ruhestrom durch metallische Verbindung der beiden oberen Blitzplattenlamellen bewerkstelligt.

Fig. 116.



Zeigt die Boussolennadel nach erfolgter Herstellung dieses kurzen Schlusses keinen Ausschlag und ist somit der Beweis erbracht, dass die Unterbrechung im eigenen Bureaulocale stattgefunden hat, so müssen die einzelnen Apparate und deren leitende Verbindungen untersucht werden, wobei man, um unnöthiges Suchen und blindes Herumrathen zu vermeiden, die einzelnen Apparate und Verbindungen der Reihenfolge ihrer Einschaltung nach, von der Blitzplatte angefangen, verfolgt. Man untersucht hierbei, ob die Verbindungsdrähte nicht etwa gebrochen sind und ob deren Verbindung mit den Klemmen der einzelnen Apparate fest und leitend hergestellt ist.

Die einzelnen Apparate werden der Reihenfolge nach durch Verbinden der Apparatklemmen mittelst eines Drahtstückes, oder wenn die Apparate mit sogenannten Ausschalteklemmen versehen sind, durch Einstecken des Ausschaltestöpsels ausgeschaltet. Hierbei ist die Boussole stets zu beobachten, weil dieselbe sofort durch Nadelausschlag anzeigt, dass der fehlerhafte Apparat aus der Linie ausgeschaltet und die Fehlerquelle in demselben zu suchen ist.

Nachdem jedoch der Fehler auch in einer Unterbrechung der feinen Multiplicationsdrähte der Boussole gelegen sein kann, dieselbe also bei Untersuchung ebenfalls aus der Linie ausgeschaltet werden muss, hat an Stelle derselben als Erkennungszeichen dafür, ob der Fehler in der Boussole liegt oder nicht, das Relais zu dienen; wird dasselbe bei Ausschaltung der Boussole angezogen, so ist der Fehler in derselben zu suchen, ist dies jedoch nicht der Fall, so muss man mit der Untersuchung weiterschreiten.

Ein besonderes Augenmerk ist der Untersuchung der Batterien zu widmen und hierbei in erster Linie darauf zu sehen, ob nicht etwa ein gesprungenes Batterieglas vorhanden sei, und ob die Verbindung der einzelnen Elemente unter einander und mit den Zuführungsdrähten eine solide und zuverlässige sei.

Um sich, bevor man an die Untersuchung der Batterie schreitet, zu überzeugen, ob der Fehler in der Batterie liegt oder nicht, wird die Batterie dadurch, dass die beiden Verbindungsdrähte der Batterie direct mit einander verbunden werden, aus der Linie ausgeschaltet und hierauf das Drahtstück, welches die beiden Blitzplatten behufs Ausschaltung der Station aus der Linie verbindet, weggenommen. Zeigt die Galvanometernadel Strom an, so ist der Fehler in der Batterie zu suchen. Dieselbe ist dann auseinander zu nehmen und vollständig ordnungsgemäss, unter Ausschliessung aller schadhaften Theile und deren Ersatz durch vollkommen diensttaugliche, neu zusammenzustellen und hierauf wieder in die Linie einzuschalten.

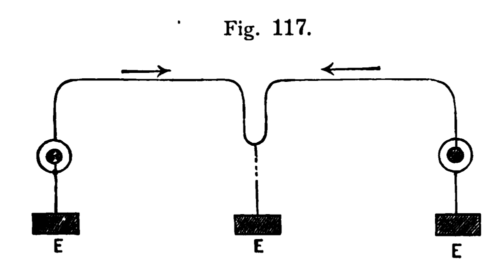
Hat man den schadhaften Draht oder Apparat gefunden, so ist vorerst dafür zu sorgen, dass durch Ersatz des Drahtes, beziehungsweise durch Ausschalten des Apparates, die Correspondenz der anderen, in dieselbe Leitung eingeschalteten Stationen nicht behindert werde. Im ersteren Falle ist der Fehler bereits behoben, im zweiten Falle schreitet man an die Untersuchung des Apparates und sucht das Gebrechen so gut als möglich zu beseitigen; ist dies jedoch nicht möglich, so muss der Apparat ausgetauscht werden.

Innerhalb der isolirenden Drahthüllen kann jedoch ein Drahtbruch, insbesondere dann, wenn die Drähte fest gespannt sind, leicht verborgen bleiben, und es bleibt dann das Vorgehen in der beschriebenen Weise, welches in den meisten Fällen zum Ziele führt, resultatlos. In diesem Falle muss man, nachdem man sich überzeugt hat, dass in den Apparaten und Batterien der Fehler nicht liegen kann, mit einem Stück Draht, welches man der Reihenfolge nach immer an zwei Klemmen, welche durch ein Drahtstück verbunden sind, ansetzt, den schadhaften Draht eruiren. Zeigt die Galvanometer-

nadel bei Ansetzen des Untersuchungsdrahtes an zwei, durch ein Drahtstück verbundene Klemmen Strom an, so ist dieses Drahtstück das schadhafte und muss durch ein neues ersetzt werden.

Steht bei Ruhestromschaltung zur Untersuchung der eigenen Apparate eine Linienbatterie nicht zur Verfügung, so behilft man sich damit, dass man, nachdem durch Verbinden der beiden oberen Klemmen der Blitzplatten die Station aus der Linie ausgeschaltet wurde, zwischen der einen Blitzplattenlamelle und dem zu den Apparaten führenden Leitungsdrahte eine Reservebatterie oder, wenn eine solche nicht vorhanden ist, die Localbatterie einschaltet und hierauf die Untersuchung genau in der vorgeschriebenen Weise vornimmt.

Fig. 117.

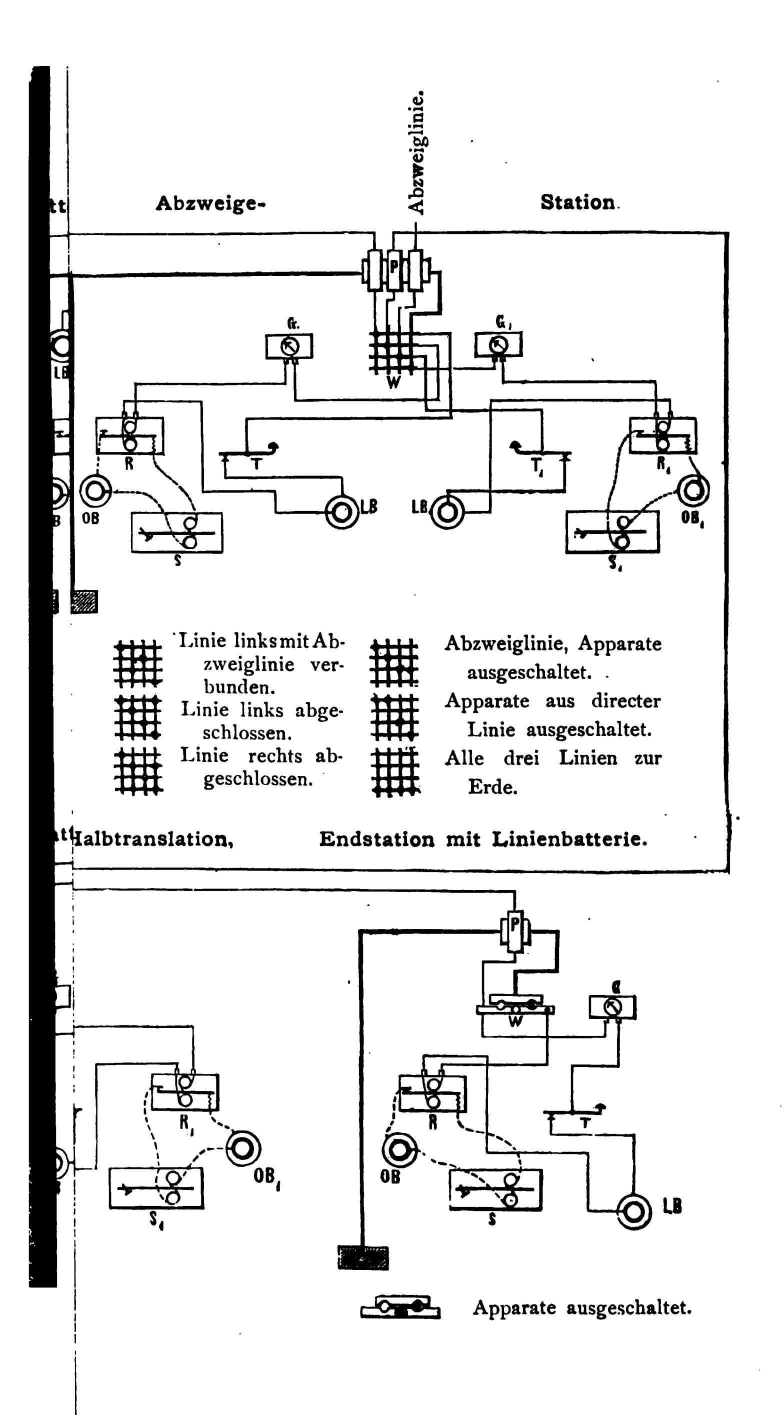


Eine Linienunterbrechung kann auch durch Zerstörung der Erdleitungsverbindung in den Endstationen hervorgerufen werden, weshalb dieselben sofort nach Constatirung der Unterbrechung die Erdleitungsverbindung zu untersuchen haben. Ist die Erdleitung selbst untauglich, so ist dieselbe durch ein Provisorium zu ersetzen, indem man die Erdlamelle der Blitzplatte durch ein Drahtstück mit Gas- oder Wasserleitungsröhren und in Ermangelung solcher mit den Eisenbahnschienen selbst verbindet.

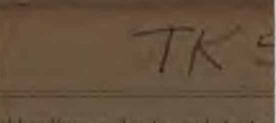
In Translations-, Uebertragungs- und Abzweigestationen kann die Unterbrechung der Erdleitungsverbindung, wenn sämmtliche Linien an eine gemeinsame Erdleitung gehängt sind, wenn die Unterbrechung oberhalb der VerbindungderErdleitung stattfindet, eine Unterbrechung sämmtlicher Linien hervorrufen, oder die Linien werden, wie dies aus Fig. 117 ersichtlich ist, direct mit einander verbunden. Sind die Batterien der normal getrennten Leitungen einander entgegengeschaltet, so werden, wenn die Batterien gleich stark sind, die beiden Linien stromlos. Ueberwiegen jedoch die Batterien der einen Linie die

Batterien der anderen Linie, so wird unter allen Umstä
durch die Gegenwirkung der Batterien in beiden Linien St
schwächung eintreten. Waren die Batterien jedoch gl
gerichtet, so ist die Unterbrechung der Erdleitung
directen Verbindung der Linien gleichzuhalten.

Unterbrechungen des Localstromes sind l
aufzufinden und durch Reinigen der Contactpunkte am R
Herstellung etwa schadhafter Verbindungen, Untersucl
der Ortsbatterie, sowie allenfalls Auswechslung der Mul
cationsspulen des Schreibapparates zu beseitigen.



Abzweige-
Abzweiglinie.
Station.
P
G
G₁
W
R
T
T₁
R₁
OB
LB
LB
OB₁
S
S₁
Linie links mit Abzweiglinie verbunden.
Linie links abgeschlossen.
Linie rechts abgeschlossen.
Abzweiglinie, Apparate ausgeschaltet.
Apparate aus directer Linie ausgeschaltet.
Alle drei Linien zur Erde.
Halbtranslation,
Endstation mit Linienbatterie.
P
W
G
R₁
OB₁
S₁
R
T
OB
S
LB
Apparate ausgeschaltet.



…uchhandlungen des In- und Auslan…

A. Hartleben's
…-technische Bibliothek.

…n Illustrationen. Jeder Band einzeln zu haben.

…gegebenen Preise verstehen sich für geheftete Exemplare. Gebunden pro Band 45 kr. = 80 Pf. Zuschlag für den Einband.

	fl.		M.
Böckmann, Die explosiven Stoffe	2.75	=	5.—
Koller, Die Verwerthung der Abfallstoffe	2.20	=	4.—
Hoffer, Kautschuk und Guttapercha	1.80	=	3.25
Joclét, Die Kunst- und Feinwäscherei	1.—	=	1.80
Artus, Grundzüge der Chemie	3.30	=	6.—
Randau, Die Fabrication der Emaille	1.65	=	3.—
Gerner, Die Glasfabrication	2.50	=	4.50
Thenius, Das Holz und seine Destillationsproducte	2.50	=	4.50
Boeck, Die Marmorirkunst	1.—	=	1.80
Esslinger, Die Wachstuchfabrication	1.35	=	2.50
Böckmann, Das Celluloid	1.—	=	1.80
Fürstenau, Das Ultramarin	1.—	=	1.80
Burgmann, Petroleum und Erdwachs	1.80	=	3.25
Schlosser, Das Löthen und die Bearbeitung der Metalle	1.65	=	3.—
Müller, Die Gasbeleuchtung im Hause und die Selbsthilfe des Gasconsumenten	1.10	=	2.—
Pick, Die Untersuchung der gebräuchlichsten Stoffe	2.50	=	4.50
Hartmann, Das Verzinnen	1.65	=	3.—
Sykora & Schiller, Chemie der Rübensaftreinigung	1.80	=	3.25
Keim, Die Mineralmalerei	1.—	=	1.80
Saldau, Die Chocoladefabrication	1.80	=	3.25
Jünemann, Die Briquette-Industrie	2.75	=	5.—
Japing, Die Darstellung des Eisens	1.80	=	3.25
Wiener, Die Lederfärberei	1.65	=	3.—
Thalmann, Die Fette und Oele	1.65	=	3.—
Meitz, Die Fabrication der moussirenden Getränke	1.10	=	2.—
Wagner, Gold, Silber und Edelsteine	1.80	=	3.25
Horatius, Die Fabrication der Aether und Grundessenzen	1.80	=	3.25
Andés, Die technischen Vollendungsarbeiten der Holzindustrie	1.35	=	2.50
Ruprecht, Die Fabrication von Albumin und Eierconserven	1.20	=	2.25
Keim, Die Feuchtigkeit der Wohngebäude	1.35	=	2.50
Miller, Die Verzierung der Gläser durch den Sandstrahl	1.35	=	2.5…
Jünemann, Die Fabrication des Alauns	1.35	=	2…
Seemann, Die Tapete	2.20		
Hermann, Die Glas-, Porzellan- und Emailmalerei	2.20		
Bersch, Die Conservirungsmittel	1…		
Urbanitzky, Die elektrische Beleuchtung			
Wilfert, Presshefe, Kunsthefe und Backpulver			
Japing, Der praktische Eisen- und Eisenwaarenkenner			
Wipplinger, Die Keramik od. d. Fabricat. v. Töpfergeschirr…			
Koppe, Das Glycerin			
Toifel, Handbuch der Chemigraphie			
Lehner, Die Imitationen			
Andés, Die Fabrication der Kopal-, Terpentinöl- u…			
Japing, Kupfer und Messing			
Reis, Die Bereitung der Brennerei-Kunsthef…			
Bersch, Die Verwerthung des Holzes auf…			
Luhmann, Die Fabrication der Dachpapp… für Pappdächer			
Heinze, Anleitung zur chemischen U… Beurtheilung der landwirthschaftl…			
Schuberth, Das Lichtpausverf…			
Richter, Zink, Zinn und Blei…			
Friedberg, Die Verwerthu…			
Oehme, Die Fabrication…			
Krüger, Handbuch de…			
Japing, Draht- und …			
Wilsner, Die Fab…			
Andés, Handbuch…			

